

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2006/301076

International filing date: 18 January 2006 (18.01.2006)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2005-010180
Filing date: 18 January 2005 (18.01.2005)

Date of receipt at the International Bureau: 30 March 2006 (30.03.2006)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 5 年 1 月 1 8 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 5 - 0 1 0 1 8 0

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号
J P 2 0 0 5 - 0 1 0 1 8 0
The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

出 願 人
Applicant(s): シチズン時計株式会社

2 0 0 6 年 3 月 1 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中 嶋



【書類名】	特許願
【整理番号】	1044817
【提出日】	平成17年 1月18日
【あて先】	特許庁長官 小川 洋 殿
【国際特許分類】	G09G 3/36 G02F 1/133 G09F 9/35
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都西東京市田無町六丁目1番12号 シチズン時計株式会社 内
【氏名】	近藤 真哉
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都西東京市田無町六丁目1番12号 シチズン時計株式会社 内
【氏名】	大原 美絵
【特許出願人】	
【識別番号】	000001960
【氏名又は名称】	シチズン時計株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100099759
【弁理士】	
【氏名又は名称】	青木 篤
【選任した代理人】	
【識別番号】	100092624
【弁理士】	
【氏名又は名称】	鶴田 準一
【選任した代理人】	
【識別番号】	100102819
【弁理士】	
【氏名又は名称】	島田 哲郎
【選任した代理人】	
【識別番号】	100114018
【弁理士】	
【氏名又は名称】	南山 知広
【電話番号】	03-5470-1900
【連絡先】	担当
【選任した代理人】	
【識別番号】	100108383
【弁理士】	
【氏名又は名称】	下道 晶久
【選任した代理人】	
【識別番号】	100082898
【弁理士】	
【氏名又は名称】	西山 雅也
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	209382
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1

【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【包括委任状番号】	0413847	

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

メモリ性液晶表示装置であって、

第 1 の基板と、

第 2 の基板と、

前記第 1 の基板上に配置され、それぞれ直交する第 1 の透過軸と第 1 の反射軸とを有し、及び前記第 1 の透過軸に平行な振動面を有する直線偏光を透過し且つ前記第 1 の反射軸に平行な振動面を有する直線偏光を反射する反射型偏光板と、

前記第 2 の基板上に配置され、前記第 1 の透過軸と平行又は垂直な第 2 の透過軸を有し、及び前記第 2 の透過軸に平行な振動面を有する直線偏光を透過する偏光板と、

前記第 1 及び第 2 の基板間に挟持され、第 1 の安定状態又は第 2 の安定状態の何れか一方の状態を維持し、前記第 2 の安定状態における液晶分子の配列方向を前記第 2 の透過軸と平行に配置したメモリ性液晶層と、

を有することを特徴とするメモリ性液晶表示装置。

【請求項 2】

さらに、前記反射型偏光板側に設けられた補助光源を有する、請求項 1 に記載のメモリ性液晶表示装置。

【請求項 3】

前記第 1 の透過軸と前記第 2 の透過軸が平行になるように、前記反射型偏光板と前記偏光板を配置し、

前記第 1 の安定状態における液晶分子の配列方向を前記第 2 の透過軸からほぼ 45° の傾きを有するように配置した、請求項 1 に記載のメモリ性液晶表示装置。

【請求項 4】

前記第 1 の透過軸と前記第 2 の透過軸が平行になるように、前記反射型偏光板と前記偏光板を配置し、

前記第 1 の安定状態における液晶分子の配列方向を前記第 2 の透過軸から 45° 以外の傾きを有するように配置した、請求項 1 に記載のメモリ性液晶表示装置。

【請求項 5】

前記メモリ性液晶層が前記第 2 の安定状態に維持された場合に、黒表示を行うように設定される、請求項 3 又は 4 に記載のメモリ性液晶装置。

【請求項 6】

さらに、前記反射型偏光板側に設けられた補助光源を有し、

前記補助光源を ON させた状態で、前記メモリ性液晶層が前記第 2 の安定状態に維持された場合に、白表示を行うように設定される、請求項 3 又は 4 に記載のメモリ性液晶表示装置。

【請求項 7】

前記第 1 の透過軸と前記第 2 の透過軸が垂直になるように、前記反射型偏光板と前記偏光板を配置し、

前記第 1 の安定状態における液晶分子の配列方向を前記第 2 の透過軸からほぼ 45° の傾きを有するように配置した、請求項 1 に記載のメモリ性液晶表示装置。

【請求項 8】

前記第 1 の透過軸と前記第 2 の透過軸が垂直になるように、前記反射型偏光板と前記偏光板を配置し、

前記第 1 の安定状態における液晶分子の配列方向を前記第 2 の透過軸から 45° 以外の傾きを有するように配置した、請求項 1 に記載のメモリ性液晶表示装置。

【請求項 9】

前記メモリ性液晶層が前記第 2 の安定状態に維持された場合に、白表示を行うように設定される、請求項 7 又は 8 に記載のメモリ性液晶装置。

【請求項 10】

さらに、前記反射型偏光板側に設けられた補助光源を有し、

前記補助光源をオンさせた状態で、前記メモリ性液晶層が前記第2の安定状態に維持された場合に、黒表示を行うように設定される、請求項7又は8に記載のメモリ性液晶装置。

【請求項11】

前記反射型偏光板と前記補助光源との間に配置され、一部領域の光を吸収する光吸収層を、さらに有する請求項1～10の何れか一項に記載のメモリ性液晶表示装置。

【請求項12】

前記反射型偏光板と前記補助光源との間に配置され、可視光領域の一部の光を吸収する光吸収層を、さらに有する請求項1～10の何れか一項に記載のメモリ性液晶表示装置。

【請求項13】

前記補助光源の表面には、可視光領域の一部の光を反射する反射層が備えられている、さらに有する請求項1～10の何れか一項に記載のメモリ性液晶表示装置。

【請求項14】

さらに、前記補助光源のオンに対応して前記メモリ性液晶の安定状態を一方から他方へ反転させるように制御する反転制御部を有し、

前記第1及び第2の基板の一方の基板上に配置され、前記メモリ性液晶層に電圧を印加するための走査電極と、前記第1及び第2の基板の他方の基板上に配置され、前記メモリ性液晶層に電圧を印加するための信号電極とをさらに有し、

前記反転制御部は、前記走査電極又は前記信号電極に印加される駆動波形の極性を反転するように制御する、請求項2に記載のメモリ性液晶表示装置。

【請求項15】

さらに、少なくとも前記メモリ性液晶表示装置に電力を供給するための電源部を有し、

前記反転制御部は、前記電源部で発生した電圧の極性を反転させて、前記メモリ性液晶の安定状態を一方から他方へ反転させるように制御する、請求項14に記載のメモリ性液晶表示装置。

【請求項16】

さらに、前記反転制御部は、演算回路を有し、

前記反転制御部は、前記演算回路によって通常表示データを反転表示データに変換することによって、前記メモリ性液晶の安定状態を一方から他方へ反転させるように制御する、請求項14に記載のメモリ性液晶表示装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 メモリ性液晶表示装置

【技術分野】

【０００１】

本発明は、メモリ性液晶を用いた液晶表示装置に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

メモリ性液晶は、複数の光学的な状態を有し、電圧を印加しなくても特定の状態を維持し続ける特性（メモリ特性）を有する。したがって、メモリ性液晶を液晶表示装置に用いた場合、電圧を印加しなくても所定の表示を維持し続けるように制御することが可能である。このような特性を利用し、強誘電性液晶等のメモリ性液晶を用いた表示パネルにおいて、表示を変更する必要がある部分にのみ走査電極の駆動を行い、表示を変更する必要がある部分については走査電極の駆動を行わないように制御することが知られている（例えば、特許文献１）。

【０００３】

また、透過する光を９０度旋光するツイストネマティック液晶（ＴＮ液晶）を挟持する基板の一方に偏光板を配置し、他方に反射軸と透過軸とを備える反射型偏光板を配置し、反射型偏光板の外側に半透過吸収層を配置し、半透過吸収層の外側に補助光源を配置して、反射表示と透過表示を行う半透過反射型液晶表示装置が知られている（例えば、特許文献２）。

【０００４】

半透過反射型液晶表示装置では、補助光源をＯＦＦした反射表示時に、ＴＮ液晶へＨレベルの電圧を印加したＯＮ状態（ＴＮ液晶が透過状態）で黒表示となるように偏光板を配置すると、補助光源をＯＮした透過表示時には、ＴＮ液晶へＨレベルの電圧を印加したＯＮ状態（ＴＮ液晶が透過状態）で白表示となってしまう。これは、補助光源をＯＦＦしてＴＮ液晶を透過状態とすると、ＯＦＦされた補助光源の表面色が外部から観察されて黒表示となり、補助光源をＯＮしてＴＮ液晶を透過状態とすると、補助光源からの光が外部から観察されて白表示となるからである。即ち、ＴＮ液晶へ同じレベルの電圧を印加していても、補助光源のＯＮ／ＯＦＦによって、黒／白表示が反転してしまうという問題がある。そこで、補助光源のＯＮ／ＯＦＦに応じて、ＴＮ液晶に印加する電圧を（例えば、ＨレベルからＬレベルに）切換えて、黒／白表示の反転を防止していた。

【０００５】

【特許文献１】 特開平２－１３１２８６号公報（第１１、１２頁、第１２図）

【特許文献２】 特許第３４８５５４１号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

しかしながら、メモリ性液晶を用いた半透過反射型の液晶表示装置において、用途に応じた反射型偏光板の方向、偏光板の方向及びメモリ性液晶の液晶分子の配列方向に関する提案はなされていなかった。

【０００７】

そこで、本発明は、適切な反射型偏光板の方向、偏光板の方向及びメモリ性液晶の液晶分子の配列方向を有する半透過反射型のメモリ性液晶表示装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

上記課題を解決するために、本発明に係るメモリ性液晶表示装置は、第１の基板と、第２の基板と、第１の基板上に配置され、それぞれ直交する第１の透過軸と第１の反射軸とを有し、及び第１の透過軸に平行な振動面を有する直線偏光を透過し且つ第１反射軸に平行な振動面を有する直線偏光を反射する反射型偏光板と、第２の基板上に配置され、第１

の透過軸と平行又は垂直な第2の透過軸を有し、及び第2の透過軸に平行な振動面を有する直線偏光を透過する偏光板と、第1及び第2の基板間に挟持され、第1の安定状態又は第2の安定状態の何れか一方の状態を維持し、第2の安定状態における液晶分子の配列方向を第2の透過軸と平行に配置したメモリ性液晶層と、を有することを特徴とする。

【0009】

また、本発明に係るメモリ性液晶装置では、反射型偏光板側に設けられた補助光源をさらに有することが好ましい。メモリ性液晶表示装置の周囲が暗い場合でも、表示内容を確認できるように構成した。

【0010】

さらに、本発明に係るメモリ性液晶装置では、第1の透過軸と第2の透過軸が平行になるように、反射型偏光板と偏光板を配置し、第1の安定状態における液晶分子の配列方向を第2の透過軸からほぼ 45° の傾きを有するように配置することが好ましい。

【0011】

さらに、本発明に係るメモリ性液晶装置では、第1の透過軸と第2の透過軸が平行になるように、反射型偏光板と偏光板を配置し、第1の安定状態における液晶分子の配列方向を第2の透過軸から 45° 以外の傾きを有するように配置することが好ましい。

【0012】

さらに、本発明に係るメモリ性液晶装置では、メモリ性液晶層が第2の安定状態に維持された場合に、黒表示を行うように設定されることが好ましい。

【0013】

さらに、本発明に係るメモリ性液晶装置では、第1透過軸と第2透過軸が垂直になるように、反射型偏光板と偏光板を配置し、第1の安定状態における液晶分子の配列方向を第2透過軸からほぼ 45° の傾きを有するように配置することが好ましい。

【0014】

さらに、本発明に係るメモリ性液晶装置では、第1透過軸と第2透過軸が垂直になるように、反射型偏光板と偏光板を配置し、第1の安定状態における液晶分子の配列方向を第2透過軸から 45° 以外の傾きを有するように配置することが好ましい。

【0015】

さらに、本発明に係るメモリ性液晶装置では、第1の透過軸と第2の透過軸が垂直に配置された場合には、メモリ性液晶層が第2の安定状態に維持された場合に、白表示を行うように設定されることが好ましい。

【0016】

さらに、本発明に係るメモリ性液晶装置では、反射型偏光板側に設けられた補助光源をさらに有し、補助光源をオンさせた状態で、メモリ性液晶層が第2の安定状態に維持された場合に、第1の透過軸と第2の透過軸が平行の際には白表示、第1の透過軸と第2の透過軸が垂直の際には黒表示を行うように設定されることが好ましい。

【0017】

また、本発明に係るメモリ性液晶表示装置では、反射型偏光板と補助光源との間に配置され、一部領域の光を吸収する光吸収層をさらに有することが好ましい。これにより、補助光源がオフし、メモリ性液晶が透過状態となった場合にメモリ性液晶表示装置上で観測される補助光源の表面色をより黒く表示することが可能となった。

【0018】

また、本発明に係るメモリ性液晶表示装置では、反射型偏光板と補助光源との間に配置され、可視光領域の一部の光を吸収する光吸収層をさらに有することが好ましい。これにより、補助光源がオフし、メモリ性液晶が透過状態となった場合にメモリ性液晶表示装置上で観測される補助光源の表面色をより黒く表示することが可能となった。

【0019】

さらに、本発明に係るメモリ性液晶表示装置では、補助光源の表面には、可視光領域の一部の光を反射する反射層が備えられていることが好ましい。これにより、補助光源がオフし、メモリ性液晶が透過状態となった場合にメモリ性液晶表示装置上で観測される補助

光源の表面色を制御することが可能となった。

【 0 0 2 0 】

さらに、本発明に係るメモリ性液晶表示装置では、補助光源のオンに対応してメモリ性液晶の安定状態を一方から他方へ反転させるように制御する反転制御部をさらに有し、第1及び第2の基板の一方の基板上に配置され、メモリ性液晶層に電圧を印加するための走査電極と、第1及び第2の基板の他方の基板上に配置され、メモリ性液晶層に電圧を印加するための信号電極とをさらに有し、反転制御部は、走査電極又は信号電極に印加される駆動波形の極性を反転するように制御することが好ましい。

【 0 0 2 1 】

さらに、本発明に係るメモリ性液晶表示装置では、メモリ性液晶表示装置に電力を供給するための電源部を有し、反転制御部は、電源部で発生した電圧の極性を反転させて、メモリ性液晶の安定状態を一方から他方へ反転させるように制御することが好ましい。

【 0 0 2 2 】

さらに、本発明に係るメモリ性液晶表示装置では、演算回路を有し、反転制御部は、演算回路によって通常表示データを反転表示データに変換することによって、メモリ性液晶の安定状態を一方から他方へ反転させるように制御することが好ましい。

【発明の効果】

【 0 0 2 3 】

本発明によれば、メモリ性液晶を用いた半透過反射型の液晶表示装置において、補助光源を常時利用しない場合が多い反射重視の表示の場合に、より黒に近い黒表示を行うことができる。

【 0 0 2 4 】

また、本発明によれば、メモリ性液晶を用いた半透過反射型の液晶表示装置において、補助光源を常時利用する場合が多い透過重視の表示の場合に、より黒に近い黒表示を行うことができる。

【 0 0 2 5 】

さらに、本発明によれば、メモリ性液晶を用いた半透過反射型の液晶表示装置において、補助光源を常時利用しない場合が多い反射重視の表示の場合に、ムラの無い白表示を良好に行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 6 】

以下図面を参照して、本発明に係る液晶表示装置100について説明する。

【 0 0 2 7 】

図1に、各実施例に共通する液晶表示装置100の概略ブロック構成図を示す。

【 0 0 2 8 】

液晶表示装置100は、液晶パネル20、制御部21、駆動電圧波形制御回路22、液晶パネル20中に配置される各走査電極13aに電圧波形を印加するための走査駆動電圧波形発生回路23、液晶パネル20中に配置される各信号電極13bに電圧波形を印加するための信号駆動電圧波形発生回路24、太陽電池や2次電池等から構成される電源部25、表示データ記憶部27、RAM30、ROM31、時計回路50等を有するように構成した。

【 0 0 2 9 】

また、液晶表示装置100は、液晶パネル20の背面側に配置した補助光源60、補助光源60のON/OFFを制御するための補助光源制御回路61、ユーザが補助光源60のON/OFFを設定するための補助光源スイッチ62を有するように構成した。なお、図1には明記していないが、液晶表示装置100の各構成要素は電源部25から電力供給を受けることができるように構成した。

【 0 0 3 0 】

制御部21は、RAM30又はROM31に予め記憶されたプログラムに従い、時計回路50から受信した時刻情報等を用いて表示データを作成し、表示データ記憶部27に記

憶し、時刻情報と対応した表示データが液晶パネル 20 に表示されるように、駆動電圧波形制御回路 22 に制御信号を出力するように構成した。

【0031】

また、制御部 21 は、液晶表示装置 100 の周囲が暗い場合等に、ユーザが補助光源スイッチ 62 を ON すると、補助光源制御回路 61 を制御し、補助光源 60 を ON するように制御を行うように構成した。

【0032】

さらに、制御部 21 は、後述するように、補助光源スイッチ 62 が ON されたことを検知して、駆動電圧波形制御回路 22 を制御し、強誘電性液晶 10 の極性反転を行い、補助光源 60 の ON/OFF に拘らず、液晶パネル 20 の表示が反転しないように制御を行うように構成した。

【0033】

第 1 の実施例について説明する。

【0034】

図 2 に、第 1 の実施例に係る液晶パネル 20 の断面図と補助光源 60 とを示す。

【0035】

第 1 の実施例に係る液晶パネル 20 は、第 1 の透明ガラス基板 11a、第 2 の透明ガラス基板 11b、第 1 の透明ガラス基板 11a 上に設けられた走査電極 13a、第 2 の透明ガラス基板 11b 上に設けられた信号電極 13b、走査電極 13a 上に塗布され且つラビング処理された高分子配向膜 14a、信号電極 13b 上に塗布され且つラビング処理された高分子配向膜 14b、シール部材 12、第 1 及び第 2 の透明ガラス基板 11a 及び 11b の間に挟持されシール部材 12 によって封入された強誘電性液晶 10、第 1 の透明ガラス基板 11a の外側に設けられた反射型偏光板 16、及び第 2 の透明ガラス基板 11b の外側に設けられた偏光板 15 等から構成した。

【0036】

強誘電性液晶 10 としては、AZ マテリアルズ社製の「Felix 501」を用い、第 1 及び第 2 の透明ガラス基板 11a 及び 11b の間にほぼ $1.7\mu\text{m}$ の厚さで挟持した。

【0037】

反射型偏光板 16 は、ポリエステル樹脂等の多層フィルムから構成され、それぞれ直交する透過軸と反射軸を有し、透過軸に平行な振動面を有する直線偏光を透過し且つ反射軸に平行な振動面を有する直線偏光を反射する機能を有する。

【0038】

また、図 2 中、矢印 A は、外部から液晶パネル 20 へ入射する外光を示し、矢印 B は補助光源 60 から液晶パネルへ入射する光を示している。

【0039】

液晶パネル 20 の反射型偏光板 16 の下部には、低消費電力と薄さを考慮して、有機 EL セルを発光素子として用いたバックライトを補助光源 60 として配置した。なお、他の発光素子を用いた補助光源を用いることもできる。

【0040】

図 2 では、便宜上 5 本の走査電極 13a を示したが、本実施形態では、透明導電膜パターンにより構成した 40 本の走査電極 13a を液晶パネル 20 の全体に渡って配置した。また、図 2 には明記していないが、透明導電膜パターンにより構成した 50 本の信号電極 13b を、走査電極 13a と直行するように液晶パネル 20 の全体に渡って配置した。したがって、走査電極 13a と信号電極 13b が交差する各ポイントが、液晶パネル 20 の各画素（2000 画素）となる。

【0041】

図 3 に、第 1 の実施例に係る液晶パネル 20 における偏光板 15 及び反射型偏光板 16 の配置を示す。

【0042】

図 3 に示すように、偏光板 15 の透過軸（ a_1 ）と反射型偏光板 16 の透過軸（ b_1 ）が

平行になるように配置した。また、第2の強誘電状態における強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向を偏光板15の透過軸（ a_1 ）及び反射型偏光板16の透過軸（ b_1 ）と一致させるように配置した。さらに、第1の強誘電状態における強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向を、図3に示すように、第2の強誘電状態における強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向からコーン角度 θ_1 だけ傾いた位置、即ち液晶コーンに沿った他の位置とした。

【0043】

なお、第1の実施例における強誘電性液晶10では、コーン角度を（ θ_1 ）ほぼ 45° となるように設定した。これは、強誘電性液晶が複屈折性を利用した場合に、強誘電性液晶に入射する光量（ I_{in} ）と出射する光量（ I_{out} ）との関係が一般に以下の式（1）で表され、コーン角度（ θ_1 ）が 45° の時に、出射光量（ I_{out} ）が最大となるからである。

【0044】

$$I_{out} = I_{in} \cdot \sin^2 2\theta_1 \cdot \sin^2(R/\lambda) \pi \quad (1)$$

ここで、 R はリタデーションを示し、 λ は強誘電性液晶への入射光の波長を示している。

【0045】

なお、コーン角度（ θ_1 ）を 45° としても、式（1）で示したように、出射光量（ I_{out} ）は入射光の波長入の影響を受けるため、 I_{out} は I_{in} とは等しくならない。

【0046】

図4に、第1の実施例に係る液晶パネル20における強誘電性液晶10への印加電圧と光透過率との関係を示す。

【0047】

図4（a）は補助光源60がOFFしている状態を示し、図4（b）は補助光源60がONしている状態を示している。また、それぞれのグラフの横軸は液晶パネル20の走査電極13aを基準として、走査電極13aと信号電極13bとの間に印加される印加電圧（ V ）（即ち、強誘電性液晶10に印加される印加電圧）を示し、縦軸は液晶パネル20の光透過率を示している。

【0048】

図4（a）を用いて補助光源60をOFFした状態について説明する。

【0049】

印加電圧の極性を変化させて、強誘電性液晶10を第1の強誘電状態に反転させた場合、強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向は、偏光板15の透過軸（ a_1 ）及び反射型偏光板16の透過軸（ b_1 ）の何れとも一致しなくなり、透過軸（ a_1 ）に対して θ_1 の角度（ほぼ 45° ）を持って傾く。液晶パネル20に入射する偏光板15の透過軸（ a_1 ）と平行な振動面を有する外光Aは、強誘電性液晶10の複屈折性によって、反射型偏光板16の透過軸（ b_1 ）とほぼ垂直な振動面を有するようになり、反射型偏光板16によって反射される（反射状態）。したがって、補助光源60をOFFした場合、第1の強誘電状態では、液晶パネル20に入射した光が、反射型偏光板16で反射され、再び強誘電性液晶10に入射し、再度強誘電性液晶10の複屈折性により光の振動方向が回転され、偏光板15の透過軸（ a_1 ）と平行な振動面を有するようになるため、光が偏光板15を透過して白表示となる。この時の光透過率を、図4（a）において、 Th_1 —OFFとする。

【0050】

印加電圧の極性を変化させて、強誘電性液晶10を第2の強誘電状態に反転させた場合、強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向が偏光板15の透過軸（ a_1 ）及び反射型偏光板16の透過軸（ b_1 ）と平行となるため、液晶パネル20に入射する透過軸（ a_1 ）と平行な振動面を有する外光Aは、液晶パネル20を透過して（透過状態）、補助光源60の表面から反射される。補助光源60の表面は通常暗色であるので、補助光源60をOFFした場合、第2の強誘電状態では、液晶パネル20に入射した光が、補助光源60の表面で反射されて、液晶パネル20上では黒表示となる。この時の光透過率を、図4（

a) において、 $T1_1-OFF$ とする。

【0051】

このように、補助光源60をOFFした場合、強誘電性液晶10に印加される電圧を（光透過率が増加し始める電圧値 V_1 を越えて）増加させて、光透過率の増加が飽和する電圧値 V_2 （正の閾値）以上とすると、その後電圧を印加せずとも（即ち、0V印加）強誘電性液晶10は第1の強誘電性状態を維持し、液晶パネル20は白表示を維持する。また、強誘電性液晶10に印加される電圧を（光透過率が減少し始める電圧値 V_3 を越えて）減少させて、光透過率の減少が飽和する電圧値 V_4 （負の閾値）以下とすると、その後電圧を印加せずとも（即ち、0V印加）強誘電性液晶10は第2の強誘電性状態を維持し、液晶パネル20は黒表示を維持する。

【0052】

図4（b）を用いて補助光源60をONした状態について説明する。

【0053】

印加電圧の極性を変化させて、強誘電性液晶10を第1の強誘電状態に反転させた場合、強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向は、偏光板15の透過軸（ a_1 ）及び反射型偏光板16の透過軸（ b_1 ）の何れとも一致しなくなる。補助光源60から液晶パネル20に入射する反射型偏光板16の透過軸（ b_1 ）と平行な振動面を有する光Bは、強誘電性液晶10の複屈折性によって、偏光板15の透過軸（ a_1 ）とほぼ垂直な振動面を有するようになり、偏光板15によって吸収される。したがって、補助光源60をONした場合、第1の強誘電状態では、補助光源60からの光は、偏光板15で吸収されて、液晶パネル20上では黒表示となる。この時の光透過率を、図4（b）において、 $T1_1-ON$ とする。

【0054】

印加電圧の極性を変化させて、強誘電性液晶10を第2の強誘電状態に反転させた場合、強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向が偏光板15の透過軸（ a_1 ）及び反射型偏光板16の透過軸 b と平行となるため、補助光源60から液晶パネル20に入射する透過軸（ b_1 ）と平行な振動面を有する光Bは、液晶パネル20を透過する（透過状態）。したがって、補助光源60をONした場合、第2の強誘電状態では、補助光源60から液晶パネル20に入射する光が、液晶パネル20上で観測されて、液晶パネル20上では白表示となる。この時の光透過率を、図4（b）において、 Th_1-ON とする。

【0055】

このように、強誘電性液晶10に印加される電圧を（光透過率が増加し始める電圧値 V_1 を越えて）増加させて、光透過率の増加が飽和する電圧値 V_2 （正の閾値）以上とすると、その後電圧を印加せずとも（即ち、0V印加）強誘電性液晶10は第1の強誘電性状態を維持し、液晶パネル20は黒表示を維持する。同様に、強誘電性液晶10に印加される電圧を（光透過率が減少し始める電圧値 V_3 を越えて）減少させて、光透過率の減少が飽和する電圧値 V_4 （負の閾値）以下とすると、その後電圧を印加せずとも（即ち、0V印加）強誘電性液晶10は第2の強誘電性状態を維持し、白表示を維持する。

【0056】

図4（a）及び（b）から理解されるように、第1の実施例に係る液晶パネル20では、補助光源60をONとOFFを切換えると、強誘電性液晶10が同じ強誘電状態であっても、黒／白表示が反転されてしまう。例えば、補助光源60をOFFした状態で、第1の強誘電状態に維持されることによって白表示を行っている液晶パネル20のある部分は（図4（a）の第1の強誘電状態）、補助光源60をONした状態では黒表示となってしまふ（図4（b）の第1の強誘電状態）。そこで、本実施例では、補助光源60のONとOFFとの切換えに応じて、強誘電性液晶10を極性反転（一方の強誘電状態から他方の強誘電状態へ反転）させるように制御して、液晶パネル20の黒／白表示が変化しないように制御を行う。

【0057】

ところで、補助光源60をOFFし強誘電性液晶10を第1の強誘電状態に反転させた

場合の液晶パネル 20 における白表示 (図 4 (a) の $T_{H1}-OFF$) は、補助光源 60 を ON し強誘電性液晶 10 を第 2 の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル 20 における白表示 (図 4 (b) の $T_{H1}-ON$) よりも、若干光透過率が低い (即ち、白表示が若干グレーよりとなる)。これは、補助光源 60 を OFF し強誘電性液晶 10 を第 1 の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル 20 における白表示が、強誘電性液晶 10 の複屈折性を利用しており、若干反射型偏光板 16 の透過軸 (b_1) とほぼ垂直な振動面を有するように補正されない入射光が発生し、反射型偏光板 16 によって反射されなくなり、光透過率が低下するためである。

【0058】

また、補助光源 60 を ON し強誘電性液晶 10 を第 1 の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル 20 における黒表示 (図 4 (b) の $T_{L1}-ON$) は、補助光源 60 を OFF し強誘電性液晶 10 を第 2 の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル 20 における黒表示 (図 4 (a) の $T_{L1}-OFF$) よりも、若干光透過率が高い (即ち、黒表示が若干グレーよりとなる)。これは、補助光源 60 を ON し強誘電性液晶 10 を第 1 の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル 20 における黒表示が、強誘電性液晶 10 の複屈折性を利用しており、若干偏光板 15 の透過軸 (a_1) とほぼ垂直な振動面を有するよう補正されない入射光が発生し、液晶パネル 20 側に漏れ出てしまい、光透過率が増加するためである。

【0059】

したがって、第 1 の実施例に係る液晶パネル 20 は、補助光源 60 を OFF した状態で、黒表示 (図 4 (a) の $T_{L1}-OFF$) を非常にきれいに表示することができるので (光透過率がほぼゼロに近い黒表示を行うことができるので)、補助光源 60 を通常利用せずに、外部光を利用して表示を行うことが多い反射重視の腕時計等の表示部に利用するのに適している。腕時計等で補助光源 60 を通常利用しないのは、電力の消費をさけるためである。

【0060】

図 5 に、第 1 の実施例に係る液晶パネル 20 を腕時計に利用した例を示す

図 5 (a) は、時計 1 において、補助光源 60 を利用せずに、液晶パネル 20 が、外部光を利用して表示を行っている例を示している。外部が暗くなった場合、ユーザが時計 1 に配置されている補助光源スイッチ 62 を ON すると、図 5 (a) において液晶パネル 20 の裏側に配置されている補助光源 60 が ON する。

【0061】

前述したように、単に補助光源 60 を ON させると、黒／白表示が反転してしまい、図 5 (b) に示すように表示されてしまう。そこで、時計 1 では、補助光源スイッチ 62 が ON されると、ON されたことを制御部 21 が検知して、駆動電圧波形制御回路 22 を制御し、液晶パネル 20 の各画素に対応する強誘電性液晶 10 の極性反転 (一方の強誘電状態から他方の強誘電状態へ反転) を行い、液晶パネル 20 の表示を図 5 (a) に示すように制御した。

【0062】

なお、前述したように、補助光源 60 を ON した状態における黒表示 (図 4 (b) の $T_{L1}-ON$) は、若干、補助光源 60 を OFF した状態での黒表示 (図 4 (a) の $T_{L1}-OFF$) より光透過率が増加してしまうが、補助光源 60 を利用している状態が通常は時計の周囲が暗い場合が多いので大きな問題とはならない。

【0063】

図 6 に、液晶パネル 20 を駆動するための駆動電圧波形の一例を示す。

【0064】

図 6 (a) は、1 本の走査電極 13a に印加される走査電圧波形の一例を示し、図 6 (b) は 1 本の信号電極 13b に印加される信号電圧波形の一例を示し、図 6 (c) は (a) 及び (b) の合成電圧波形を示している。

【0065】

図 6 には 2 フレーム分の駆動電圧波形が示されており、図中「ON」は図 4（a）で示した補助光源「OFF」時における白表示、「OFF」は同様に図 4（a）における黒表示を示している。ここでは、1 回の表示データに基づく表示を実行するために 1 つの走査期間を利用している。1 フレームはリセット期間（ R_s ）及び走査期間から成り、1 走査期間は選択期間（ S_e ）及び非選択期間（ NS_e ）から成る。

【0066】

リセット期間（ R_s ）において、強誘電性液晶 10 は、直前の表示状態に拘らず、前半は白表示（透過状態）となる第 1 の強誘電状態に、後半は黒表示（非透過状態）となる第 2 の強誘電状態に、強制的にリセットされる。リセット期間（ R_s ）において、走査電圧波形（a）は前半では +20 V が、後半では -20 V が印加されている。また、信号電圧波形（b）は所定間隔で +5 V と -5 V の電圧が繰り返し印加されることとした。この結果、強誘電性液晶 10 の画素には、合成電圧波形（c）に応じた電圧、即ちリセット期間（ R_s ）の前半に正の閾値 V_2 （図 4（a）参照）以上の電圧が印加されて第 1 の強誘電状態に、後半に負の閾値 V_4 （図 4（a）参照）以下の電圧が印加されて第 2 の強誘電状態にリセットされる。リセット期間を設けることによって、強誘電性液晶を用いた液晶パネルにおいて、良好な表示を持続することが可能となる。

【0067】

補助光源 60 を OFF した状態で、図 6 に示すような駆動電圧が印加された場合、第 1 フレームでは、第 1 の強誘電状態にセットされて白表示を行い、第 2 フレームでは、第 2 の強誘電状態にセットされて黒表示を行う場合が示されることとなる。

【0068】

第 2 の実施例について説明する。

【0069】

第 2 の実施例に係る液晶パネル 20 の断面図及び補助光源 60 は、偏光板 15 及び反射型偏光板 16 の配置以外は、図 2 に示した構成と同様であるので、説明を省略する。

【0070】

第 2 の実施例においても、強誘電性液晶 10 としては、AZ マテリアルズ社製の「Felix 501」を用い、第 1 及び第 2 の透明ガラス基板 11 a 及び 11 b の間にほぼ $1.7 \mu\text{m}$ の厚さで挟持した。

【0071】

図 7 に、第 2 の実施例に係る液晶パネル 20 における偏光板 15 及び反射型偏光板 16 の配置を示す。

【0072】

図 7 に示すように、偏光板 15 の透過軸（ a_2 ）と反射型偏光板 16 の透過軸（ b_2 ）が平行になるように配置した。また、第 2 の強誘電状態における強誘電性液晶 10 の液晶分子の長軸の配列方向を偏光板 15 の透過軸（ a_2 ）及び反射型偏光板 16 の透過軸（ b_2 ）と一致させるように配置した。さらに、第 1 の強誘電状態における強誘電性液晶 10 の液晶分子の長軸の配列方向を、図 7 に示すように、第 2 の強誘電状態における強誘電性液晶 10 の液晶分子の長軸の配列方向からコーン角度 θ_2 だけ傾いた位置、即ち液晶コーンに沿った他の位置とした。

【0073】

なお、第 2 の実施例における強誘電性液晶 10 では、コーン角度（ θ_2 ）が 45° 以外となるように設計した。前述した式（1）に示されるように、コーン角度（ θ_2 ）が 45° でないため、コーン角度（ θ_2 ）による減衰及びリタデーションによる減衰が相乗されて、複屈折性を利用した場合には、 I_{out} は I_{in} とは等しくならない。

【0074】

図 8 に、第 2 の実施例に係る液晶パネル 20 における強誘電性液晶 10 への印加電圧と光透過率との関係を示す。

【0075】

図 8（a）は補助光源 60 が OFF している状態を示し、図 8（b）は補助光源 60 が

ONしている状態を示している。また、それぞれのグラフの横軸は液晶パネル20の走査電極13aを基準として、走査電極13aと信号電極13bとの間に印加される印加電圧(V)（即ち、強誘電性液晶10に印加される印加電圧）を示し、縦軸は液晶パネル20の光透過率を示している。

【0076】

図8(a)を用いて補助光源60をOFFした状態について説明する。

【0077】

印加電圧の極性を変化させて、強誘電性液晶10を第1の強誘電状態に反転させた場合、強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向は、偏光板15の透過軸(a_2)及び反射型偏光板16の透過軸(b_2)の何れとも一致しなくなり、透過軸(a_2)に対して θ_2 の角度(45° 以外)を持って傾く。液晶パネル20に入射する偏光板15の透過軸(a_2)と平行な振動面を有する外光Aは、強誘電性液晶10の複屈折性によって、反射型偏光板16の透過軸(b_2)と垂直な方向を有する振動面を有するようになり、反射型偏光板16によって反射される(反射状態)。したがって、補助光源60をOFFした場合、第1の強誘電状態では、液晶パネル20に入射した光が、反射型偏光板16で反射されて、液晶パネル20上では白表示となる。この時の光透過率を、図8(a)において、 Th_2-OFF とする。

【0078】

印加電圧の極性を変化させて、強誘電性液晶10を第2の強誘電状態に反転させた場合、強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向が偏光板15の透過軸(a_2)及び反射型偏光板16の透過軸(b_2)と平行となるため、液晶パネル20に入射する透過軸(a_2)と平行な振動面を有する外光Aは、液晶パネル20を透過して(透過状態)、補助光源60の表面から反射される。補助光源60の表面は通常暗色であるので、補助光源60をOFFした場合、第2の強誘電状態では、液晶パネル20に入射した光が、補助光源60の表面で反射されて、液晶パネル20上では黒表示となる。この時の光透過率を、図8(a)において、 Tl_2-OFF とする。

【0079】

このように、補助光源60をOFFした場合、強誘電性液晶10に印加される電圧を(光透過率が増加し始める電圧値 V_1 を越えて)増加させて、光透過率の増加が飽和する電圧値 V_2 (正の閾値)以上とすると、その後電圧を印加せずとも(即ち、0V印加)強誘電性液晶10は第1の強誘電状態を維持し、液晶パネル20は白表示を維持する。また、強誘電性液晶10に印加される電圧を(光透過率が減少し始める電圧値 V_3 を越えて)減少させて、光透過率の減少が飽和する電圧値 V_4 (負の閾値)以下とすると、その後電圧を印加せずとも(即ち、0V印加)強誘電性液晶10は第2の強誘電状態を維持し、液晶パネル20は黒表示を維持する。

【0080】

図8(b)を用いて補助光源60をONした状態について説明する。

【0081】

印加電圧の極性を変化させて、強誘電性液晶10を第1の強誘電状態に反転させた場合、強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向は、偏光板15の透過軸(a_2)及び反射型偏光板16の透過軸(b_2)の何れとも一致しなくなる。補助光源60から液晶パネル20に入射する反射型偏光板16の透過軸(b_2)と平行な振動面を有する光Bは、強誘電性液晶10の複屈折性によって、偏光板15の透過軸(a_2)と垂直な方向の振動面を有するようになり、偏光板15によって吸収される。したがって、補助光源60をONした場合、第1の強誘電状態では、補助光源60からの光は、偏光板15で吸収されて、液晶パネル20上では黒表示となる。この時の光透過率を、図8(b)において、 Tl_2-ON とする。

【0082】

印加電圧の極性を変化させて、強誘電性液晶10を第2の強誘電状態に反転させた場合、強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向が偏光板15の透過軸(a_2)及び反射

型偏光板 16 の透過軸 b_2 と平行となるため、補助光源 60 から液晶パネル 20 に入射する透過軸 (b_2) と平行な振動面を有する光 B は、液晶パネル 20 を透過する (透過状態)。したがって、補助光源 60 を ON した場合、第 2 の強誘電状態では、補助光源 60 から液晶パネル 20 に入射する光が、液晶パネル 20 上で観測されて、液晶パネル 20 上では白表示となる。この時の光透過率を、図 8 (b) において、 Th_2-ON とする。

【0083】

このように、強誘電性液晶 10 に印加される電圧を (光透過率が増加し始める電圧値 V_1 を越えて) 増加させて、光透過率の増加が飽和する電圧値 V_2 (正の閾値) 以上とすると、その後電圧を印加せずとも (即ち、0 V 印加) 強誘電性液晶 10 は第 1 の強誘電状態を維持し、液晶パネル 20 は黒表示を維持する。同様に、強誘電性液晶 10 に印加される電圧を (光透過率が減少し始める電圧値 V_3 を越えて) 減少させて、光透過率の減少が飽和する電圧値 V_4 (負の閾値) 以下とすると、その後電圧を印加せずとも (即ち、0 V 印加) 強誘電性液晶 10 は第 2 の強誘電状態を維持し、白表示を維持する。

【0084】

図 8 (a) 及び (b) から理解されるように、第 2 の実施例に係る液晶パネル 20 では、補助光源 60 を ON と OFF を切換えると、強誘電性液晶 10 が同じ強誘電状態であっても、黒/白表示が反転されてしまう。そこで、本実施例では、補助光源 60 の ON と OFF との切換えに応じて、強誘電性液晶 10 を極性反転 (一方の強誘電状態から他方の強誘電状態へ反転) させるように制御して、液晶パネル 20 の黒/白表示が変化しないように制御を行う。

【0085】

ところで、第 2 の実施例において補助光源 60 を OFF し強誘電性液晶 10 を第 1 の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル 20 における白表示 (図 8 (a) の Th_2-OFF) は、第 1 の実施例において補助光源 60 を OFF し強誘電性液晶 10 を第 1 の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル 20 における白表示 (図 4 (a) の Th_1-OFF) よりも、さらに光透過率が低い (即ち、白表示がさらにグレーよりとなる)。これは、補助光源 60 を OFF し強誘電性液晶 10 を第 1 の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル 20 における白表示が、強誘電性液晶 10 の複屈折性を利用しているためである。前述したように、第 2 の実施例では、コーン角度を 45° 以外に設計していることから、反射型偏光板 16 の透過軸 (b_2) とほぼ垂直な振動面を有するように補正されない入射光がより発生して、反射型偏光板 16 によって反射されなくなり、より光透過率が低下するためである。

【0086】

また、第 2 の実施例における補助光源 60 を ON し強誘電性液晶 10 を第 1 の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル 20 における黒表示 (図 8 (b) の Tl_2-ON) は、第 1 の実施例における補助光源 60 を ON し強誘電性液晶 10 を第 1 の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル 20 における黒表示 (図 4 (b) の Tl_1-ON) よりも、さらに光透過率が高い (即ち、黒表示がさらにグレーよりとなる)。これは、補助光源 60 を ON し強誘電性液晶 10 を第 1 の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル 20 における黒表示が、強誘電性液晶 10 の複屈折性を利用しているためである。前述したように、第 2 の実施例では、コーン角度を 45° に設定していないことから、偏光板 15 の透過軸 (a_2) とほぼ垂直な振動面を有するよう補正されない入射光がより発生し、液晶パネル 20 側に漏れ出てしまい、より光透過率が増加するためである。

【0087】

しかしながら、第 2 の実施例に係る液晶パネル 20 は、補助光源 60 を OFF した状態で、黒表示 (図 8 (a) の Tl_1-OFF) を非常にきれいに表示することができるので (光透過率がほぼゼロに近い黒表示を行うことができるので)、補助光源 60 を通常利用せずに、外部光を利用して表示を行うことが多い反射重視の時計等に利用するのに適している。

【0088】

したがって、第2の実施例に係る液晶パネル20は、図5に示す時計1に実施例1と同様に用いることができる。第2の実施例においても、第1の実施例と同様に、単に補助光源60をONさせると、黒／白表示が反転してしまい、図5(b)に示すように表示されてしまうので、補助光源スイッチ62がONされると、ONされたことを制御部21が検知して、駆動電圧波形制御回路22を制御し、液晶パネル20の各画素に対応する強誘電性液晶10の極性反転を行い、液晶パネル20の表示を図5(a)に示すように制御した。

【0089】

なお、前述したように、補助光源60をONした状態における黒表示(図8(b)の $T_{h2}-ON$)は、補助光源60をOFFした状態での黒表示(図8(a)の $T_{h2}-OFF$)より、かなり光透過率が増加してしまうが、補助光源60を利用している状態が通常は時計の周囲が暗い場合が多いので大きな問題とはならない。

【0090】

また、第2の実施例に係る液晶パネル20を駆動するための駆動電圧波形も、図6に示す第1の実施例に関して示すものと同様であるので、説明を省略する。

【0091】

第3の実施例について説明する。

【0092】

第3の実施例に係る液晶パネル20の断面図及び補助光源60は、偏光板15及び反射型偏光板16の配置以外は、図2に示した構成と同様であるので、説明を省略する。

【0093】

第3の実施例においても、強誘電性液晶10としては、AZマテリアルズ社製の「Felix 501」を用い、第1及び第2の透明ガラス基板11a及び11bの間にほぼ $1.7\mu m$ の厚さで挟持した。

【0094】

図9に、第3の実施例に係る液晶パネル20における偏光板15及び反射型偏光板16の配置を示す。

【0095】

図9に示すように、偏光板15の透過軸(a_3)と反射型偏光板16の透過軸(b_3)が垂直になるように配置した。また、第2の強誘電状態における強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向を偏光板15の透過軸(a_3)と一致させるように配置した。さらに、第1の強誘電状態における強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向を、図9に示すように、第2の強誘電状態における強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向からコーン角度 θ_3 だけ傾いた位置、即ち液晶コーンに沿った他の位置とした。

【0096】

なお、第3の実施例における強誘電性液晶10では、コーン角度を $\theta_3 = \text{ほぼ} 45^\circ$ となるように設定した。式(1)を用いて前述したように、コーン角度(θ_3)が 45° の時に、出射光量(I_{out})が最大となるが、リタデーションによる減衰のため、複屈折性を利用した場合には、 I_{out} は I_{in} とは等しくならない。

【0097】

図10に、第3の実施例に係る液晶パネル20における強誘電性液晶10に印加する電圧の各極性と光透過率との関係を示す。

【0098】

図10(a)は補助光源60がOFFしている状態を示し、図10(b)は補助光源60がONしている状態を示している。また、それぞれのグラフの横軸は液晶パネル20の走査電極13aを基準として、走査電極13aと信号電極13bとの間に印加される印加電圧(V)(即ち、強誘電性液晶10に印加される印加電圧)を示し、縦軸は液晶パネル20の光透過率を示している。

【0099】

図10(a)を用いて補助光源60をOFFした状態について説明する。

【0100】

印加電圧の極性を変化させて、強誘電性液晶10を第1の強誘電状態に反転させた場合、強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向は、偏光板15の透過軸(a_3)及び反射型偏光板16の透過軸(b_3)の何れとも一致しなくなり、透過軸(a_3)に対して θ_3 (ほぼ 45°)の角度を持って傾く。液晶パネル20に入射する偏光板15の透過軸(a_1)と平行な振動面を有する外光Aは、強誘電性液晶10の複屈折性によって、反射型偏光板16の透過軸(b_3)とほぼ平行な振動面を有するようになり、液晶パネル20を透過して(透過状態)、補助光源60の表面から反射される。補助光源60の表面は通常暗色であるので、補助光源60をOFFした場合、第1の強誘電状態では、液晶パネル20に入射した光が、補助光源60の表面で反射されて、液晶パネル20上では黒表示となる。この時の光透過率を、図10(a)において、 Th_3-OFF とする。

【0101】

印加電圧の極性を変化させて、強誘電性液晶10を第2の強誘電状態に反転させた場合、強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向が偏光板15の透過軸(a_3)と平行となるため、液晶パネル20に入射する透過軸(a_1)と平行な振動面を有する外光Aは、反射型偏光板16の透過軸(b_3)とほぼ垂直な振動面を有するため、反射型偏光板16によって反射される(反射状態)。したがって、補助光源60をOFFした場合、第2の強誘電状態では、液晶パネル20に入射した光が、反射型偏光板16で反射されて、液晶パネル20上では白表示となる。この時の光透過率を、図10(a)において、 Th_3-OFF とする。

【0102】

このように、補助光源60をOFFした場合、強誘電性液晶10に印加される電圧を(光透過率が増加し始める電圧値 V_1 を越えて)増加させて、光透過率の増加が飽和する電圧値 V_2 (正の閾値)以上とすると、その後電圧を印加せずとも(即ち、0V印加)強誘電性液晶10は第1の強誘電状態を維持し、液晶パネル20は黒表示を維持する。また、強誘電性液晶10に印加される電圧を(光透過率が減少し始める電圧値 V_3 を越えて)減少させて、光透過率の減少が飽和する電圧値 V_4 (負の閾値)以下とすると、その後電圧を印加せずとも(即ち、0V印加)強誘電性液晶10は第2の強誘電状態を維持し、液晶パネル20は白表示を維持する。

【0103】

図10(b)を用いて補助光源60をONした状態について説明する。

【0104】

印加電圧の極性を変化させて、強誘電性液晶10を第1の強誘電状態に反転させた場合、強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向は、偏光板15の透過軸(a_3)及び反射型偏光板16の透過軸(b_3)の何れとも一致しなくなる。補助光源60から液晶パネル20に入射する反射型偏光板16の透過軸(b_3)と平行な振動面を有する光Bは、強誘電性液晶10の複屈折性によって、偏光板15の透過軸(a_3)とほぼ平行な振動面を有するようになり、偏光板15を透過して(透過状態)、液晶パネル20上で観測される。したがって、補助光源60をONした場合、第1の強誘電状態では、補助光源60からの光は、液晶パネル20上では白表示となる。この時の光透過率を、図10(b)において、 Th_3-ON とする。

【0105】

印加電圧の極性を変化させて、強誘電性液晶10を第2の強誘電状態に反転させた場合、強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向が偏光板15の透過軸(a_3)と平行となる。補助光源60から液晶パネル20に入射する透過軸(b_3)と平行な振動面を有する光Bは、透過軸(a_3)と垂直な振動面を有するため、偏光板15によって吸収され(反射状態)、液晶パネル20の表面で観測されない。したがって、補助光源60をONした場合、第2の強誘電状態では、液晶パネル20上では黒表示となる。この時の光透過率を、図10(b)において、 Th_3-ON とする。

【0106】

このように、強誘電性液晶 10 に印加される電圧を（光透過率が増加し始める電圧値 V_1 を越えて）増加させて、光透過率の増加が飽和する電圧値 V_2 （正の閾値）以上とすると、その後電圧を印加せずとも（即ち、0 V 印加）強誘電性液晶 10 は第 1 の強誘電性状態を維持し、液晶パネル 20 は白表示を維持する。同様に、強誘電性液晶 10 に印加される電圧を（光透過率が減少し始める電圧値 V_3 を越えて）減少させて、光透過率の減少が飽和する電圧値 V_4 （負の閾値）以下とすると、その後電圧を印加せずとも（即ち、0 V 印加）強誘電性液晶 10 は第 2 の強誘電性状態を維持し、黒表示を維持する。

【0107】

図 10（a）及び（b）から理解されるように、第 3 の実施例に係る液晶パネル 20 では、補助光源 60 を ON と OFF を切換えると、強誘電性液晶 10 が同じ強誘電状態であっても、黒／白表示が反転されてしまう。そこで、本実施例では、補助光源 60 の ON と OFF との切換えに応じて、強誘電性液晶 10 を極性反転（一方の強誘電状態から他方の強誘電状態へ反転）させるように制御して、液晶パネル 20 の黒／白表示が変化しないように制御を行う。

【0108】

ところで、補助光源 60 を OFF し強誘電性液晶 10 を第 1 の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル 20 における黒表示（ T_{13} —OFF）は、補助光源 60 を ON し強誘電性液晶 10 を第 2 の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル 20 における黒表示（ T_{13} —ON）よりも、若干光透過率が高い（即ち、黒表示が若干グレーよりとなる）。これは、補助光源 60 を OFF し強誘電性液晶 10 を第 1 の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル 20 における黒表示が、強誘電性液晶 10 の複屈折性を利用しており、若干反射型偏光板 16 の透過軸（ b_3 ）とほぼ平行な振動面を有するよう補正されない外向光 A が発生し、反射型偏光板 16 で反射されて液晶パネル 20 側に漏れ出てしまい、光透過率が増加するためである。

【0109】

また、補助光源 60 を ON し強誘電性液晶 10 を第 1 の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル 20 における白表示（ T_{h3} —ON）は、補助光源 60 を OFF し強誘電性液晶 10 を第 2 の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル 20 における白表示（ T_{h3} —OFF）よりも、若干光透過率が低い（即ち、白表示が若干グレーよりとなる）。これは、補助光源 60 を ON し強誘電性液晶 10 を第 1 の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル 20 における白表示が、強誘電性液晶 10 の複屈折性を利用しており、若干偏光板 15 の透過軸（ a_3 ）とほぼ平行な振動面を有するよう補正されない光 B が発生し、偏光板 15 に吸収されてしまい、光透過率が低下するためである。

【0110】

したがって、第 3 の実施例に係る液晶パネル 20 は、補助光源 60 を ON した状態で、黒表示を非常にきれいに表示することができるので（光透過率がほぼゼロに近い黒表示を行うことができるので）、補助光源 60 を常時利用する場合が多い透過重視の携帯電話用の表示等に利用するのに適している。

【0111】

図 11 に、第 3 の実施例に係る液晶パネル 20 を携帯電話に利用した例を示す

図 11（a）は、携帯電話 2 において、補助光源 60 を利用して、液晶パネル 20 が、表示を行っている例を示している。なお、省電力のために一定期間、携帯電話が操作されない場合等には補助光源 60 が OFF されるが、ユーザが携帯電話 2 に配置されている補助光源スイッチ 62 を ON すると、図 11（a）において液晶パネル 20 の裏側に配置されている補助光源 60 が ON する。

【0112】

前述したように、単に補助光源 60 を ON させると、黒／白表示が反転してしまい、図 11（b）に示すように表示されてしまう。そこで、携帯電話 2 では、補助光源スイッチ 62 が ON されると、ON されたことを制御部 21 が検知して、駆動電圧波形制御回路 22 を制御し、液晶パネル 20 の各画素に対応する強誘電性液晶 10 の極性反転を行い、液

晶パネル 20 の表示を図 11 (a) に示すように制御する。

【0113】

なお、前述したように、補助光源 60 を OFF した状態における黒表示（図 11 (a) の第 1 の強誘電状態）は、若干、補助光源 60 を ON した状態での黒表示（図 11 (b) の第 2 の強誘電状態）より光透過率が増加してしまうが、補助光源 60 が OFF されている状態は、通常携帯電話を利用していない状態であるため、大きな問題とはならない。

【0114】

また、第 3 の実施例に係る液晶パネル 20 を駆動するための駆動電圧波形も、図 6 に示す第 1 の実施例に関して示すものと同様であるので、説明を省略する。

【0115】

ところで、複屈折性を利用した表示の場合、液晶パネル 20 の基板間の微細なギャップの影響を受けやすく、表示ムラが多く現れてしまう。例えば、補助光源 60 を OFF し強誘電性液晶 10 を第 1 の強誘電状態にした場合の液晶パネル 20 における黒表示（ T_{13} —OFF）は、前述したように強誘電性液晶 10 の複屈折性を利用しているので、図 11 (b) に示す液晶パネル 20 のように、表示の背景を黒とすると、ムラが顕著になり表示の質が悪くなる。これに対して、補助光源 60 を OFF し強誘電性液晶 10 を第 2 の強誘電状態にした場合の液晶パネル 20 における白表示（ T_{h3} —OFF）は、前述したように強誘電性液晶 10 の複屈折性を利用しておらず、複屈折性を利用した場合と比較して表示ムラが少ない。

【0116】

即ち、偏光板 15 の透過軸（ a_3 ）と反射型偏光板 16 の透過軸（ b_3 ）を垂直になるように配置し、第 2 の強誘電状態における強誘電性液晶 10 の液晶分子の長軸の配列方向を偏光板 15 の透過軸（ a_3 ）と平行に配置し、且つ背景を白で表示し文字を黒で表示するように設定すると（図 11 (a) に示す液晶パネル 20 参照）、ムラの無い良好な表示を行うことが可能となる。したがって、第 3 の実施例に係る液晶パネル 20 は、補助光源を OFF した状態で、ムラの無い良好な白表示を行うことができるので、補助光源 60 を常時利用しない場合の多い反射表示を重視するような表示にも適している。

【0117】

第 4 の実施例について説明する。

【0118】

第 4 の実施例に係る液晶パネル 20 の断面図及び補助光源 60 は、偏光板 15 及び反射型偏光板 16 の配置以外は、図 2 に示した構成と同様であるので、説明を省略する。

【0119】

第 4 の実施例においても、強誘電性液晶 10 としては、AZ マテリアルズ社製の「Felix 501」を用い、第 1 及び第 2 の透明ガラス基板 11 a 及び 11 b の間にほぼ $1.7 \mu\text{m}$ の厚さで挟持した。

【0120】

図 12 に、第 4 の実施例に係る液晶パネル 20 における偏光板 15 及び反射型偏光板 16 の配置を示す。

【0121】

図 12 に示すように、偏光板 15 の透過軸（ a_4 ）と反射型偏光板 16 の透過軸（ b_4 ）が垂直になるように配置した。また、第 2 の強誘電状態における強誘電性液晶 10 の液晶分子の長軸の配列方向を偏光板 15 の透過軸（ a_4 ）と一致させるように配置した。さらに、第 1 の強誘電状態における強誘電性液晶 10 の液晶分子の長軸の配列方向を、図 12 に示すように、第 2 の強誘電状態における強誘電性液晶 10 の液晶分子の長軸の配列方向からコーン角度 θ_4 だけ傾いた位置、即ち液晶コーンに沿った他の位置とした。

【0122】

なお、第 4 の実施例における強誘電性液晶 10 では、コーン角度（ θ_4 ）が 45° とならない場合を例としている。前述した式（1）に示されるように、コーン角度（ θ_4 ）が 45° でないため、コーン角度（ θ_4 ）による減衰及びリタデーションによる減衰が相乗

されて、複屈折性を利用した場合には、 I_{out} は I_{in} とは等しくならない。

【0123】

図13に、第4の実施例に係る液晶パネル20における強誘電性液晶10の各極性と光透過率との関係を示す。

【0124】

図13(a)は補助光源60がOFFしている状態を示し、図13(b)は補助光源60がONしている状態を示している。また、それぞれのグラフの横軸は液晶パネル20の走査電極13aを基準として、走査電極13aと信号電極13bとの間に印加される印加電圧(V)(即ち、強誘電性液晶10に印加される印加電圧)を示し、縦軸は液晶パネル20の光透過率を示している。

【0125】

図13(a)を用いて補助光源60をOFFした状態について説明する。

【0126】

印加電圧の極性を変化させて、強誘電性液晶10を第1の強誘電状態に反転させた場合、強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向は、偏光板15の透過軸(a_4)及び反射型偏光板16の透過軸(b_4)の何れとも一致しなくなり、透過軸(a_4)に対して θ_4 の角度を持って傾く。液晶パネル20に入射する偏光板15の透過軸(a_4)と平行な振動面を有する外光Aは、強誘電性液晶10の複屈折性によって、反射型偏光板16の透過軸(b_4)と平行な方向を有する振動面を有するようになり、液晶パネル20を透過して(透過状態)、補助光源60の表面から反射される。補助光源60の表面は通常暗色であるので、補助光源60をOFFした場合、第1の強誘電状態では、液晶パネル20上で黒表示となる。この時の光透過率を、図13(a)において、 $T_{14}-OFF$ とする。

【0127】

印加電圧の極性を変化させて、強誘電性液晶10を第2の強誘電状態に反転させた場合、強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向が偏光板15の透過軸(a_4)と平行となるため、液晶パネル20に入射する透過軸(a_2)と平行な振動面を有する外光Aは、反射型偏光板16の透過軸(b_4)と垂直な振動面を有し、反射型偏光板16によって反射される(反射状態)。したがって、補助光源60をOFFした場合、第2の強誘電状態では、液晶パネル20に入射した外光Aが、反射型偏光板16で反射されて、液晶パネル20上では白表示となる。この時の光透過率を、図13(a)において、 $T_{h4}-OFF$ とする。

【0128】

このように、補助光源60をOFFした場合、強誘電性液晶10に印加される電圧を(光透過率が増加し始める電圧値 V_1 を越えて)増加させて、光透過率の増加が飽和する電圧値 V_2 (正の閾値)以上とすると、その後電圧を印加せずとも(即ち、0V印加)強誘電性液晶10は第1の強誘電状態を維持し、液晶パネル20は黒表示を維持する。また、強誘電性液晶10に印加される電圧を(光透過率が減少し始める電圧値 V_3 を越えて)減少させて、光透過率の減少が飽和する電圧値 V_4 (負の閾値)以下とすると、その後電圧を印加せずとも(即ち、0V印加)強誘電性液晶10は第2の強誘電状態を維持し、液晶パネル20は白表示を維持する。

【0129】

図13(b)を用いて補助光源60をONした状態について説明する。

【0130】

印加電圧の極性を変化させて、強誘電性液晶10を第1の強誘電状態に反転させた場合、強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向は、偏光板15の透過軸(a_4)及び反射型偏光板16の透過軸(b_4)の何れとも一致しなくなる。補助光源60から液晶パネル20に入射する反射型偏光板16の透過軸(b_4)と平行な振動面を有する光Bは、強誘電性液晶10の複屈折性によって、偏光板15の透過軸(a_4)と平行な方向の振動面を有するようになり、液晶パネル20を透過する(透過状態)。したがって、補助光源60をONした場合、第1の強誘電状態では、補助光源60から液晶パネル20に入射する

光Bが、液晶パネル20上で観測されて、液晶パネル20上では白表示となる。この時の光透過率を、図13(b)において、 Th_4-ON とする。

【0131】

印加電圧の極性を変化させて、強誘電性液晶10を第2の強誘電状態に反転させた場合、強誘電性液晶10の液晶分子の長軸の配列方向が偏光板15の透過軸(a_4)と平行となるため、補助光源60から液晶パネル20に入射する透過軸(b_4)と平行な振動面を有する光Bは、偏光板15の透過軸(a_4)と垂直な振動面を有し、偏光板15によって吸収される。したがって、補助光源60をONした場合、第2の強誘電状態では、補助光源60からの光は、偏光板15で吸収されて、液晶パネル20上では黒表示となる。この時の光透過率を、図13(b)において、 Tl_4-ON とする。

【0132】

このように、強誘電性液晶10に印加される電圧を(光透過率が増加し始める電圧値 V_1 を越えて)増加させて、光透過率の増加が飽和する電圧値 V_2 (正の閾値)以上とすると、その後電圧を印加せずとも(即ち、0V印加)強誘電性液晶10は第1の強誘電状態を維持し、液晶パネル20は白表示を維持する。同様に、強誘電性液晶10に印加される電圧を(光透過率が減少し始める電圧値 V_3 を越えて)減少させて、光透過率の減少が飽和する電圧値 V_4 (負の閾値)以下とすると、その後電圧を印加せずとも(即ち、0V印加)強誘電性液晶10は第2の強誘電状態を維持し、黒表示を維持する。

【0133】

図13(a)及び(b)から理解されるように、第4の実施例に係る液晶パネル20では、補助光源60をONとOFFを切換えると、強誘電性液晶10が同じ強誘電状態であっても、黒/白表示が反転されてしまう。そこで、本実施例では、補助光源60のONとOFFとの切換えに応じて、強誘電性液晶10を極性反転(一方の強誘電状態から他方の強誘電状態へ反転)させるように制御して、液晶パネル20の黒/白表示が変化しないように制御を行う。

【0134】

ところで、第4の実施例において補助光源60をOFFし強誘電性液晶10を第1の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル20における黒表示(図13(a)の Tl_4-OFF)は、第3の実施例において補助光源60をOFFし強誘電性液晶10を第1の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル20における黒表示(図10(a)の Tl_3-OFF)よりも、さらに光透過率が高い(即ち、黒表示がさらにグレーよりとなる)。これは、第4の実施例において補助光源60をOFFし強誘電性液晶10を第1の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル20における黒表示が、強誘電性液晶10の複屈折性を利用しているためである。前述したように、第4の実施例では、コーン角度を 45° に設定していないことから、反射型偏光板16の透過軸(b_4)とほぼ平行な振動面を有するように補正されない外光Aがより発生して、反射型偏光板16によって反射されてしまい、より光透過率が増加するためである。

【0135】

また、第4の実施例における補助光源60をONし強誘電性液晶10を第1の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル20における白表示(図13(b)の Th_4-ON)は、第3の実施例における補助光源60をONし強誘電性液晶10を第1の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル20における白表示(図10(b)の Th_3-ON)よりも、さらに光透過率が低い(即ち、白表示がさらにグレーよりとなる)。これは、第4の実施例における補助光源60をONし強誘電性液晶10を第1の強誘電状態に反転させた場合の液晶パネル20における白表示が、強誘電性液晶10の複屈折性を利用しているためである。前述したように、第4の実施例では、コーン角度を 45° に設定していないことから、偏光板15の透過軸(a_4)とほぼ平行な振動面を有するよう補正されない光Bがより発生し、偏光板15によって吸収されてしまい、より光透過率が減少するためである。

【0136】

しかしながら、第4の実施例に係る液晶パネル20は、補助光源60をONした状態で

、黒表示（図 1 3（b）の $T1_4-ON$ ）を非常にきれいに表示することができるので（光透過率がほぼゼロに近い黒表示を行うことができるので）、補助光源 6 0 を常時利用する場合が多い透過重視の携帯電話用の表示等に利用するのに適している。

【0 1 3 7】

したがって、第 4 の実施例に係る液晶パネル 2 0 は、図 1 1（a）に示す携帯電話 2 に実施例 3 と同様に用いることができる。第 4 の実施例においても、第 3 の実施例と同様に、単に補助光源 6 0 を ON させると、黒／白表示が反転してしまい、図 1 1（b）に示すように表示されてしまうので、補助光源スイッチ 6 2 が ON されると、ON されたことを制御部 2 1 が検知して、駆動電圧波形制御回路 2 2 を制御し、液晶パネル 2 0 の各画素に対応する強誘電性液晶 1 0 の極性反転を行い、液晶パネル 2 0 の表示を図 1 1（a）に示すように制御した。

【0 1 3 8】

なお、前述したように、補助光源 6 0 を OFF した状態における黒表示（図 1 3（a）の $T1_4-OFF$ ）は、補助光源 6 0 を ON した状態での黒表示（図 1 3（b）の $T1_4-ON$ ）より、さらに光透過率が増加してしまうが、補助光源 6 0 が OFF されている状態は、通常携帯電話を利用していない状態であるため、大きな問題とはならない。

【0 1 3 9】

また、第 4 の実施例に係る液晶パネル 2 0 を駆動するための駆動電圧波形も、図 6 に示す第 1 の実施例に関して示すものと同様であるので、説明を省略する。

【0 1 4 0】

ところで、複屈折性を利用した表示の場合、液晶パネル 2 0 の基板間の微細なギャップの影響を受けやすく、表示ムラが多く現れてしまう。例えば、補助光源 6 0 を OFF し強誘電性液晶 1 0 を第 1 の強誘電状態にした場合の液晶パネル 2 0 における黒表示（ $T1_4-OFF$ ）は、前述したように強誘電性液晶 1 0 の複屈折性を利用しているので、図 1 1（b）に示す液晶パネル 2 0 のように、表示の背景を黒とすると、ムラが顕著になり表示の質が悪くなる。これに対して、補助光源 6 0 を OFF し強誘電性液晶 1 0 を第 2 の強誘電状態にした場合の液晶パネル 2 0 における白表示（ Th_4-OFF ）は、前述したように強誘電性液晶 1 0 の複屈折性を利用しておらず、複屈折性を利用した場合と比較して表示ムラが少ない。

【0 1 4 1】

即ち、偏光板 1 5 の透過軸（ a_4 ）と反射型偏光板 1 6 の透過軸（ b_4 ）を垂直になるように配置し、第 2 の強誘電状態における強誘電性液晶 1 0 の液晶分子の長軸の配列方向を偏光板 1 5 の透過軸（ a_4 ）と平行に配置し、且つ背景を白で表示し文字を黒で表示するように設定すると（図 1 1（a）に示す液晶パネル 2 0 参照）、ムラの無い良好な表示を行うことが可能となる。したがって、第 4 の実施例に係る液晶パネル 2 0 は、第 3 の実施例と同様に、補助光源を OFF した状態で、ムラの無い良好な白表示を行うことができるので、補助光源 6 0 を常時利用しない場合の多い反射表示を重視するような表示にも適している。

【0 1 4 2】

上記の実施例において、液晶パネル 2 0 を透過状態とした場合、補助光源 6 0 の表面の暗色が液晶パネル 2 0 上で観測される。そこで、反射型偏光板 1 6 と補助光源 6 0 との間に、光吸収層を設けることが可能である。光吸収層を設けれ、液晶パネル 2 0 上で観測される補助光源 6 0 の表面の色をより黒く表示することが可能となる。

【0 1 4 3】

さらに、補助光源 6 0 を ON して、液晶パネル 2 0 を透過状態とした場合に、補助光源 6 0 からの光 B を減衰させない為に、光吸収層の表面に多数の微細な開口部を設けることが好ましい。光吸収層の表面に表面に多数の微細な開口部を設ければ、開口部を通して補助光源 6 0 からの光 B が透過するので、液晶パネル 2 0 上で観測される光量に大きな影響を与えることはない。なお、光吸収層における微小な開口部による開口率は、30%～70%の範囲内から好ましい値を選択することができる。また微細な開口部は微小な丸孔状

であっても良いし、格子状に形成されても良い、また開口部は規則的に形成される必要はなく、ランダムに形成されていても良い。

【0144】

また、本実施例において、補助光源60の発光側表面に、可視光領域の一部を反射する反射層を設けることもできる。反射層は、可視光領域の一部の波長を反射し、特定の色を反射光として反射する層であっても良いし、可視光領域の全域にわたって、光量の一部を反射し、他を透過するような半透過反射膜であっても良い。例えば、青色光を反射する反射層を設ければ、液晶パネル20を透過状態とした場合、液晶パネル20上で観測される補助光源60からの反射光を青色とすることができる。即ち、液晶パネル20を透過状態とした場合の表示色を変化させることが可能である。

【0145】

上記の実施例において、強誘電性液晶10の極性反転は、制御部21が、駆動電圧波形制御回路22、走査駆動電圧波形発生回路23及び信号駆動電圧波形発生回路24を用い、表示データ記憶部27に通常表示用の表示データとはネガポジ反転されたネガポジ反転表示データを予め記憶し、記憶されているネガポジ反転表示データを用いて前記走査電極又は前記信号電極に印加される駆動波形の極性をそれ以前の駆動波形と反転するように制御した。しかしながら、強誘電性液晶10の極性反転は、表示データを利用する他に、電源部25から液晶パネル20に供給される電圧の極性を反転させるようにして、行うことも可能である。その場合、制御部21は、極性を反転させるための任意の電子回路を用いることができる。

【0146】

なお、上記の実施例における反射型偏光板16の透過軸 b_1 、 b_2 、 b_3 及び b_4 が請求項における第1の透過軸に対応し、偏光板15の透過軸 a_1 、 a_2 、 a_3 及び a_4 が請求項における第2の透過軸に対応している。

【図面の簡単な説明】

【0147】

【図1】本発明に係る液晶表示装置のブロック構成図である。

【図2】本発明に係る液晶パネルの構成例を示す図である。

【図3】第1の実施例に係る液晶パネルの偏光板及び反射型偏光板の関係を示す図である。

【図4】第1の実施例に係る液晶パネルの印加電圧と光透過率との関係を示し、(a)は補助光源をOFFした場合、(b)は補助光源をONした場合を示す図である。

【図5】(a)本発明に係る液晶パネルを腕時計に利用した場合の表示例を示し、(b)は表示が反転した場合を示す図である。

【図6】液晶パネルに印加される駆動電圧波形の一例を示す図である。

【図7】第2の実施例に係る液晶パネルの偏光板及び反射型偏光板の関係を示す図である。

【図8】第2の実施例に係る液晶パネルの印加電圧と光透過率との関係を示し、(a)は補助光源をOFFした場合、(b)は補助光源をONした場合を示す図である。

【図9】第3の実施例に係る液晶パネルの偏光板及び反射型偏光板の関係を示す図である。

【図10】第3の実施例に係る液晶パネルの印加電圧と光透過率との関係を示し、(a)は補助光源をOFFした場合、(b)は補助光源をONした場合を示す図である。

【図11】(a)本発明に係る液晶パネルを携帯電話に利用した場合の表示例を示し、(b)は表示が反転した場合を示す図である。

【図12】第4の実施例に係る液晶パネルの偏光板及び反射型偏光板の関係を示す図である。

【図13】第4の実施例に係る液晶パネルの印加電圧と光透過率との関係を示し、(a)は補助光源をOFFした場合、(b)は補助光源をONした場合を示す図である。

【符号の説明】

【 0 1 4 8 】

1 0	強誘電性液晶
1 1 a、1 1 b	透明ガラス基板
1 3 a	走査電極
1 3 b	信号電極
1 5	偏光板
1 6	反射型偏光板
2 0	液晶パネル
2 1	制御部
2 2	駆動信号波形制御回路
2 3	走査駆動電圧波形発生回路
2 4	信号駆動電圧波形発生回路
2 5	電源部
2 7	表示データ記憶部
5 0	時計回路
6 0	補助光源
6 2	補助光源スイッチ

図 1

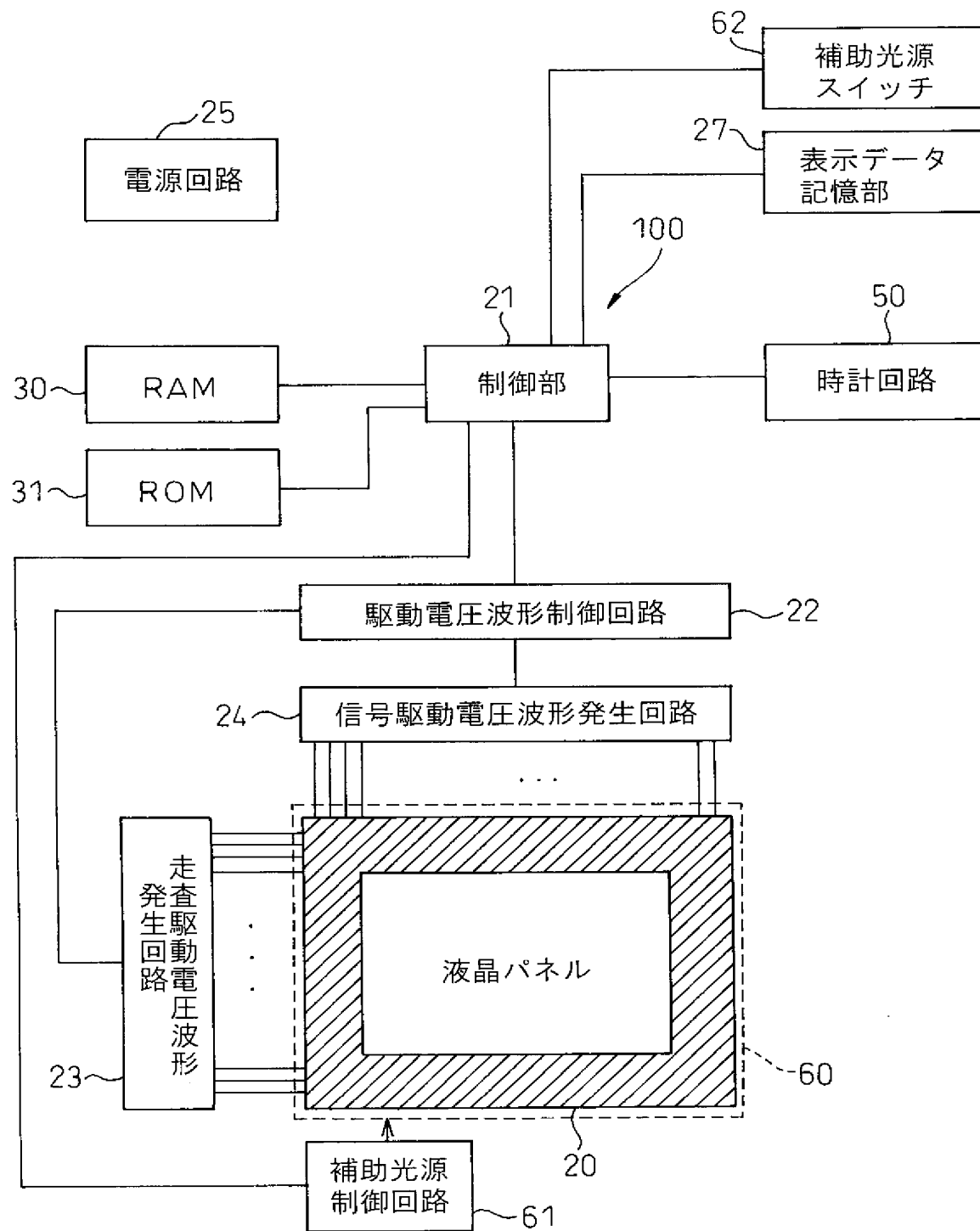


図 2

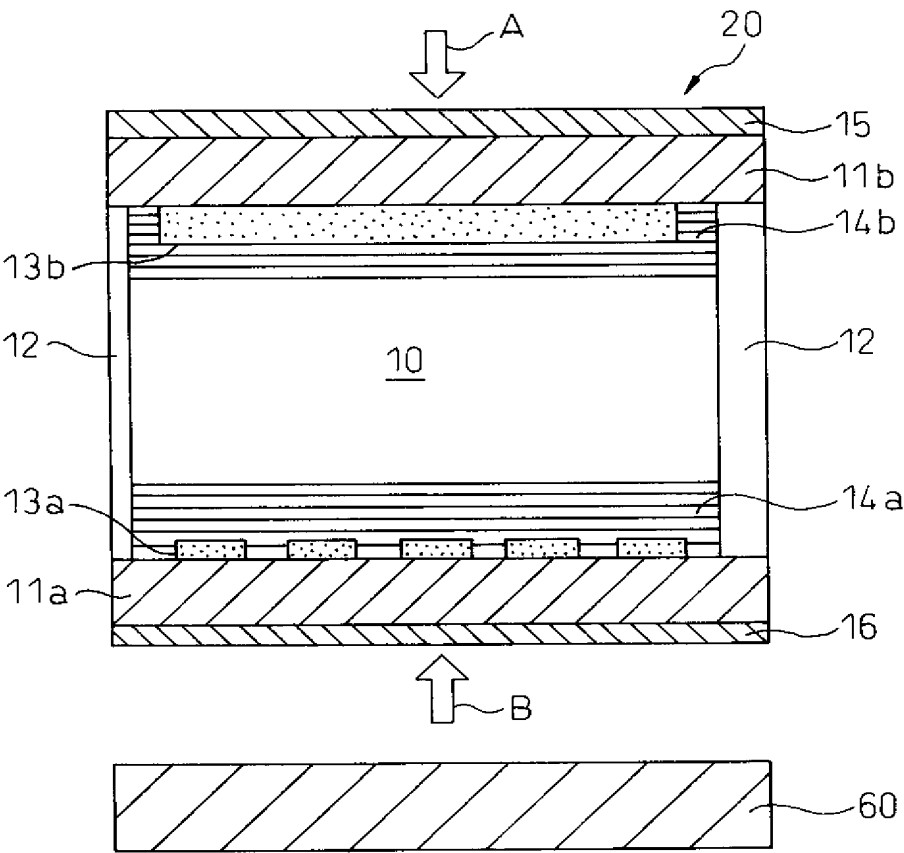
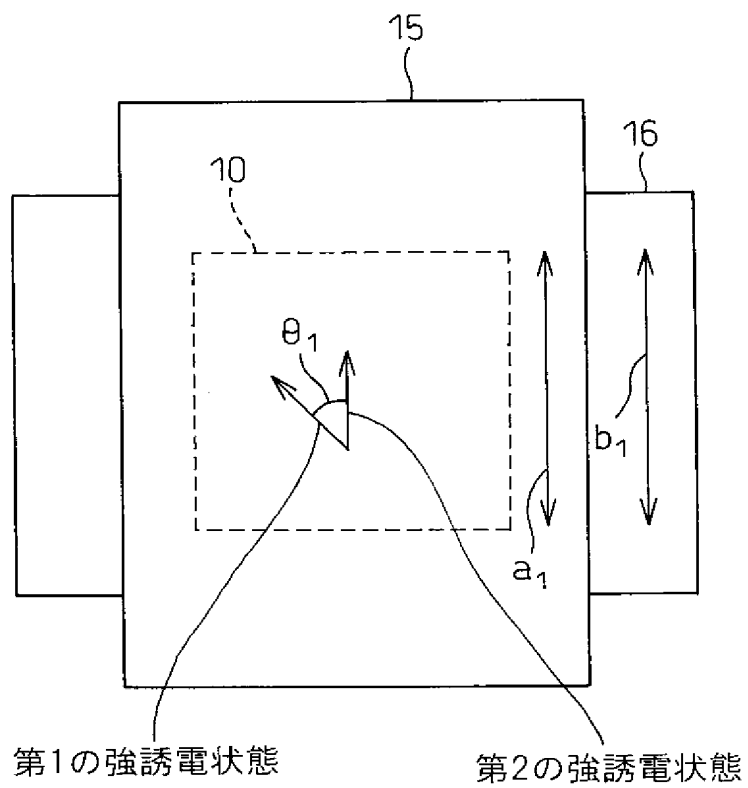
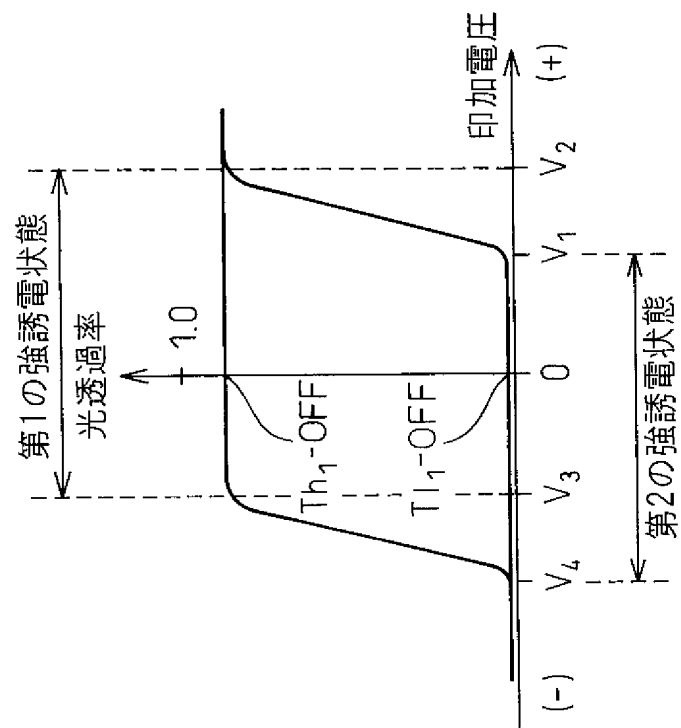


図 3



(a)
補助光源OFF



(b)
補助光源ON

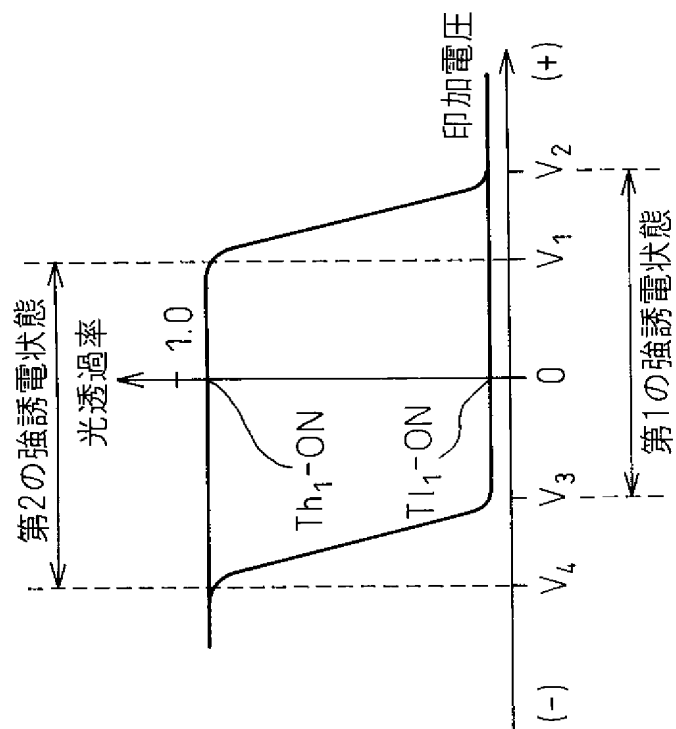


図 5

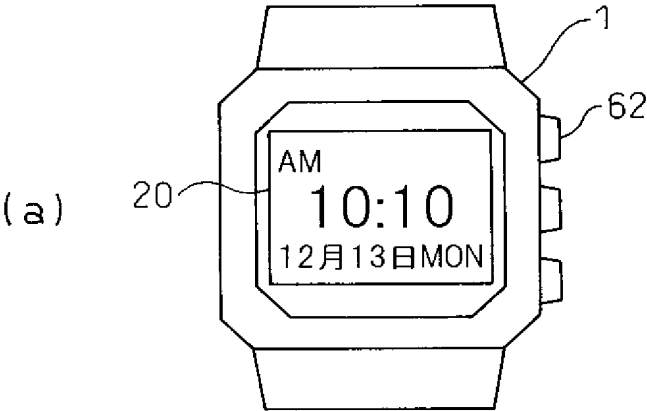


図 6

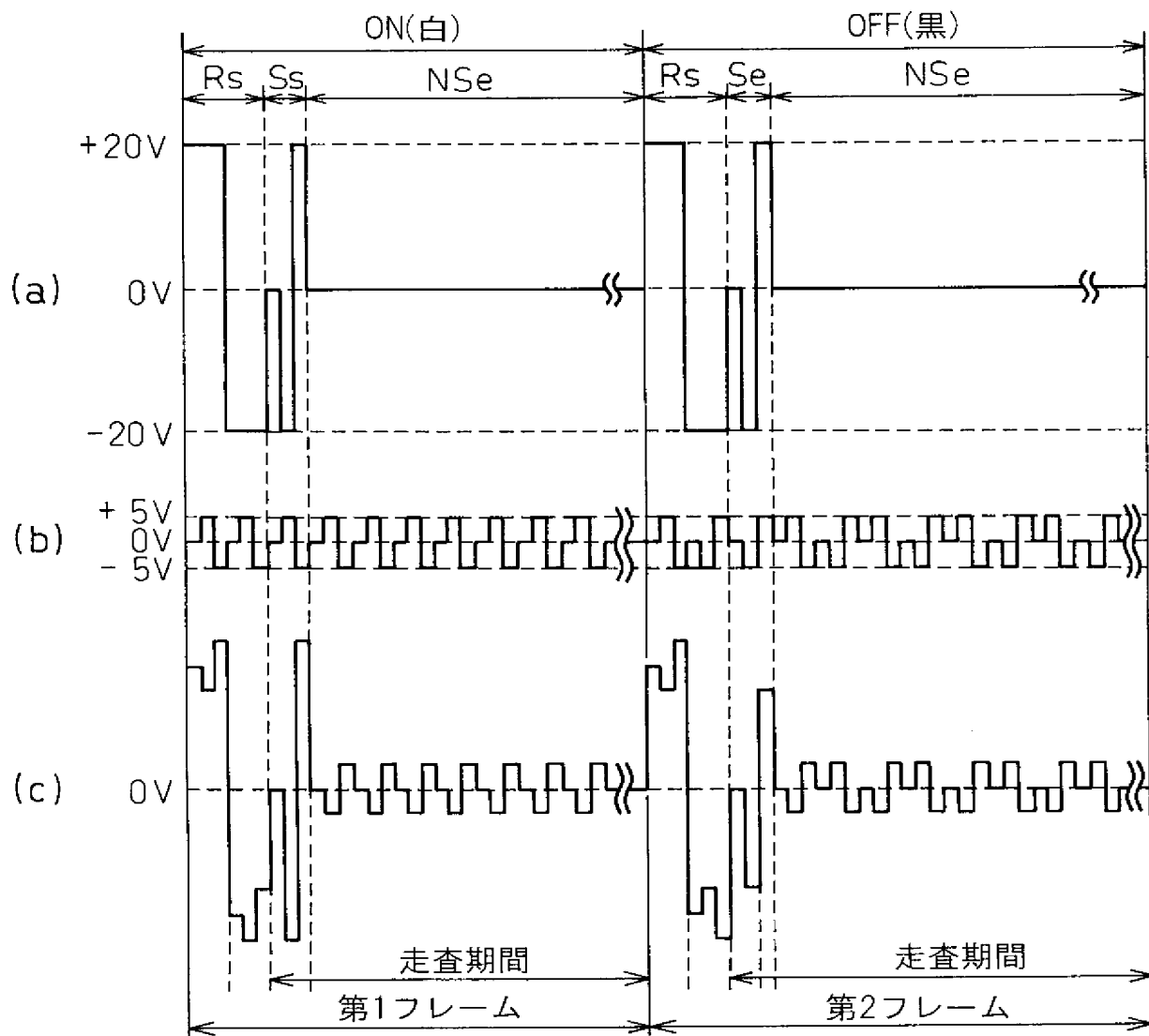


図 7

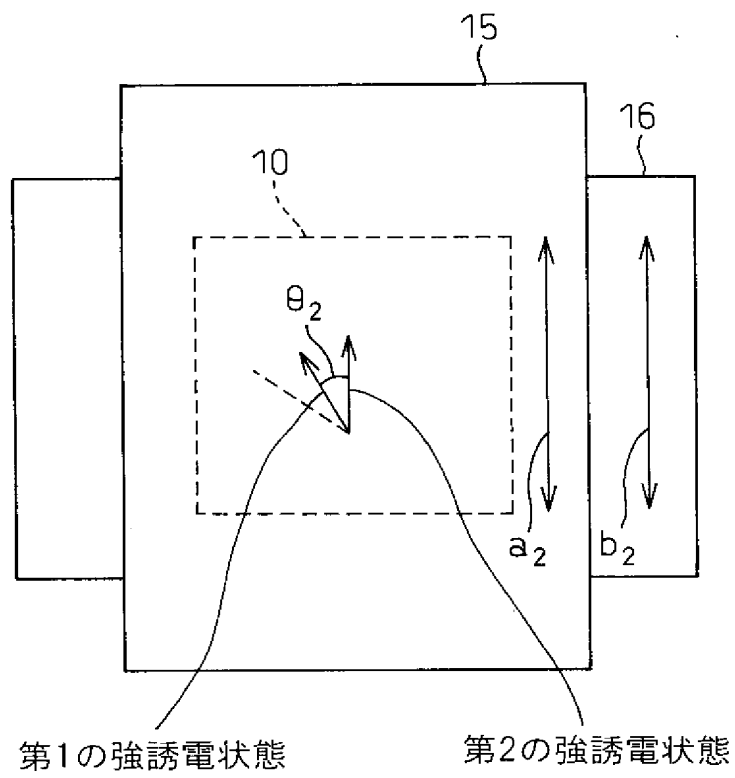


図 8

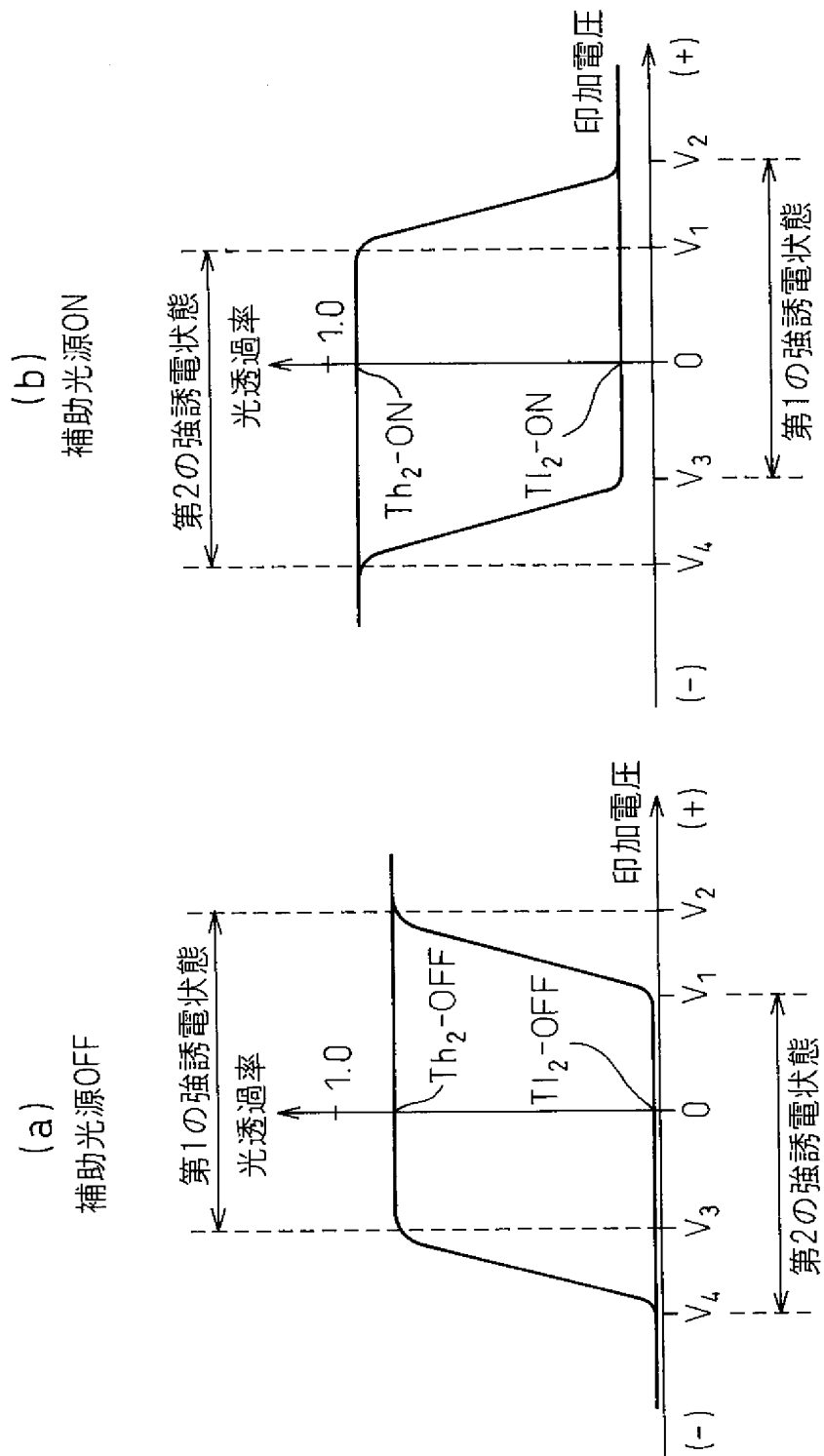


図 9

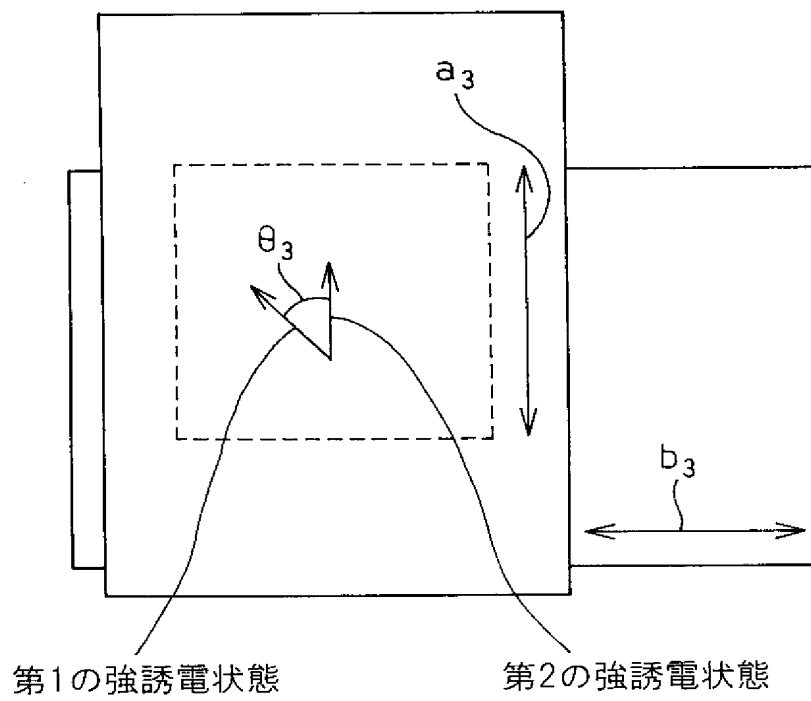


図 10

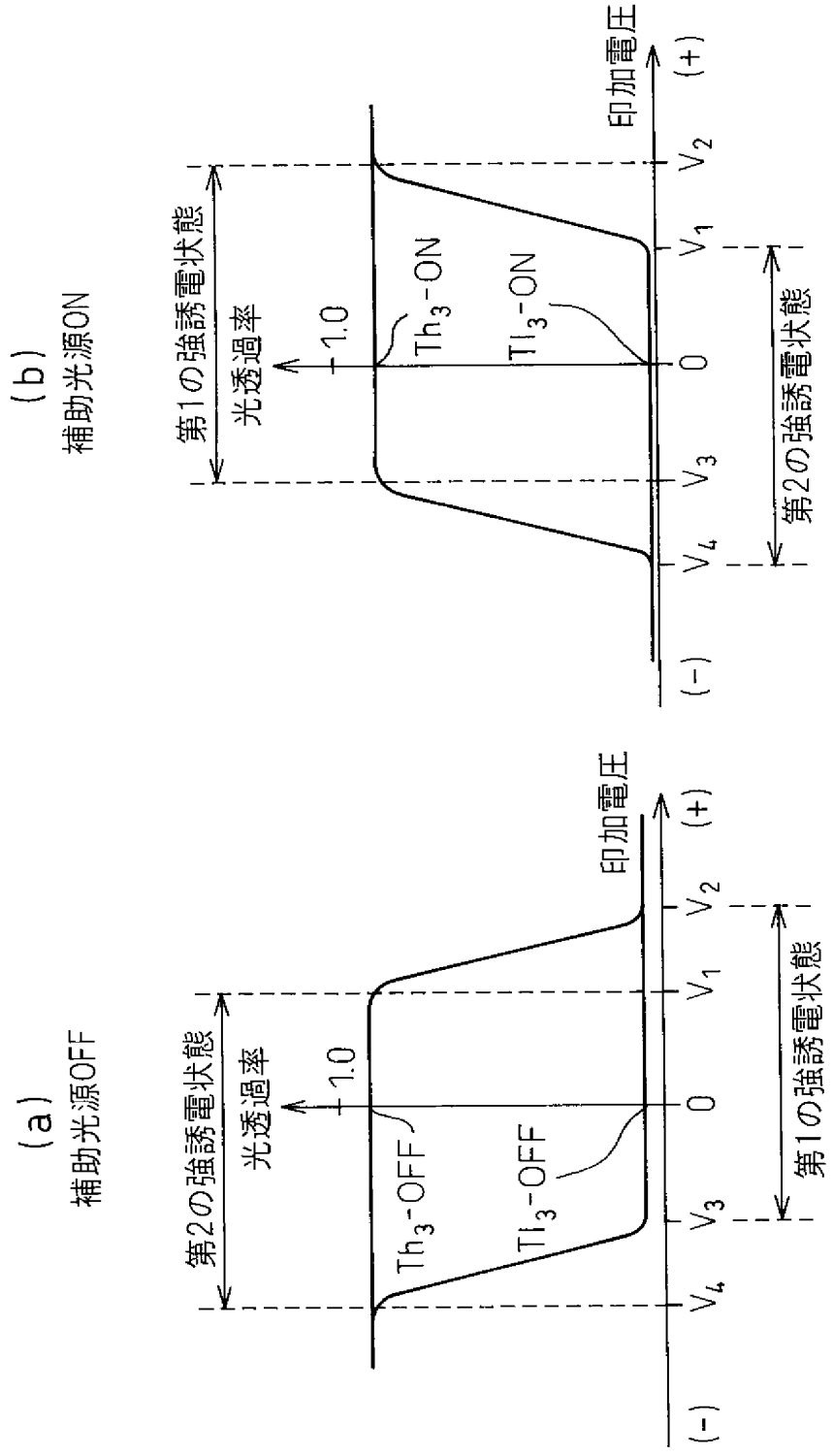


図 11

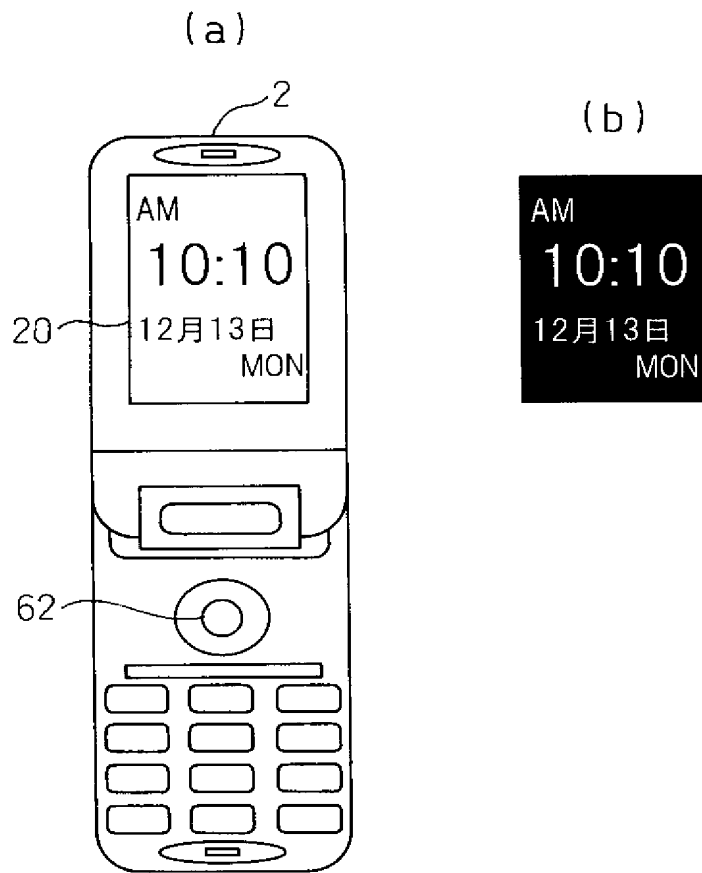


図 12

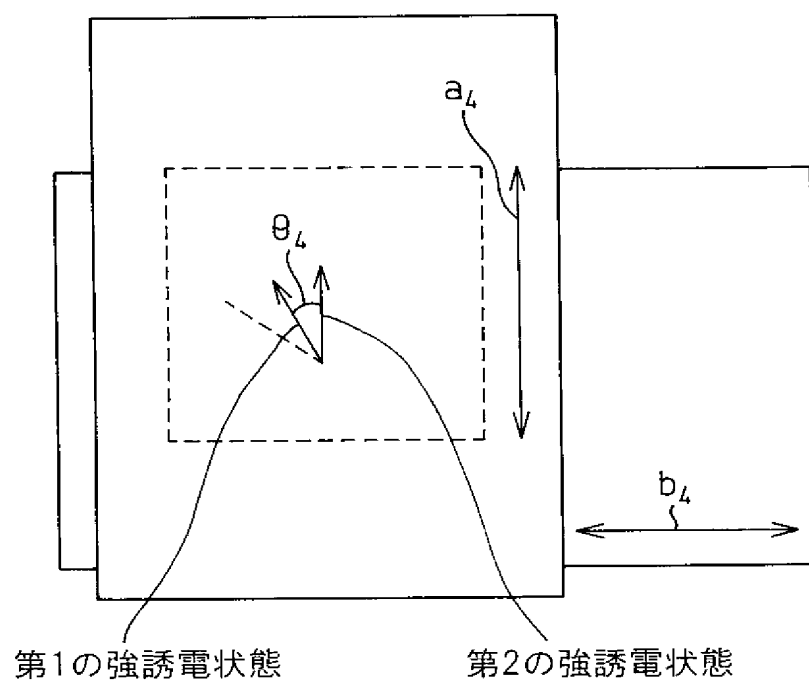
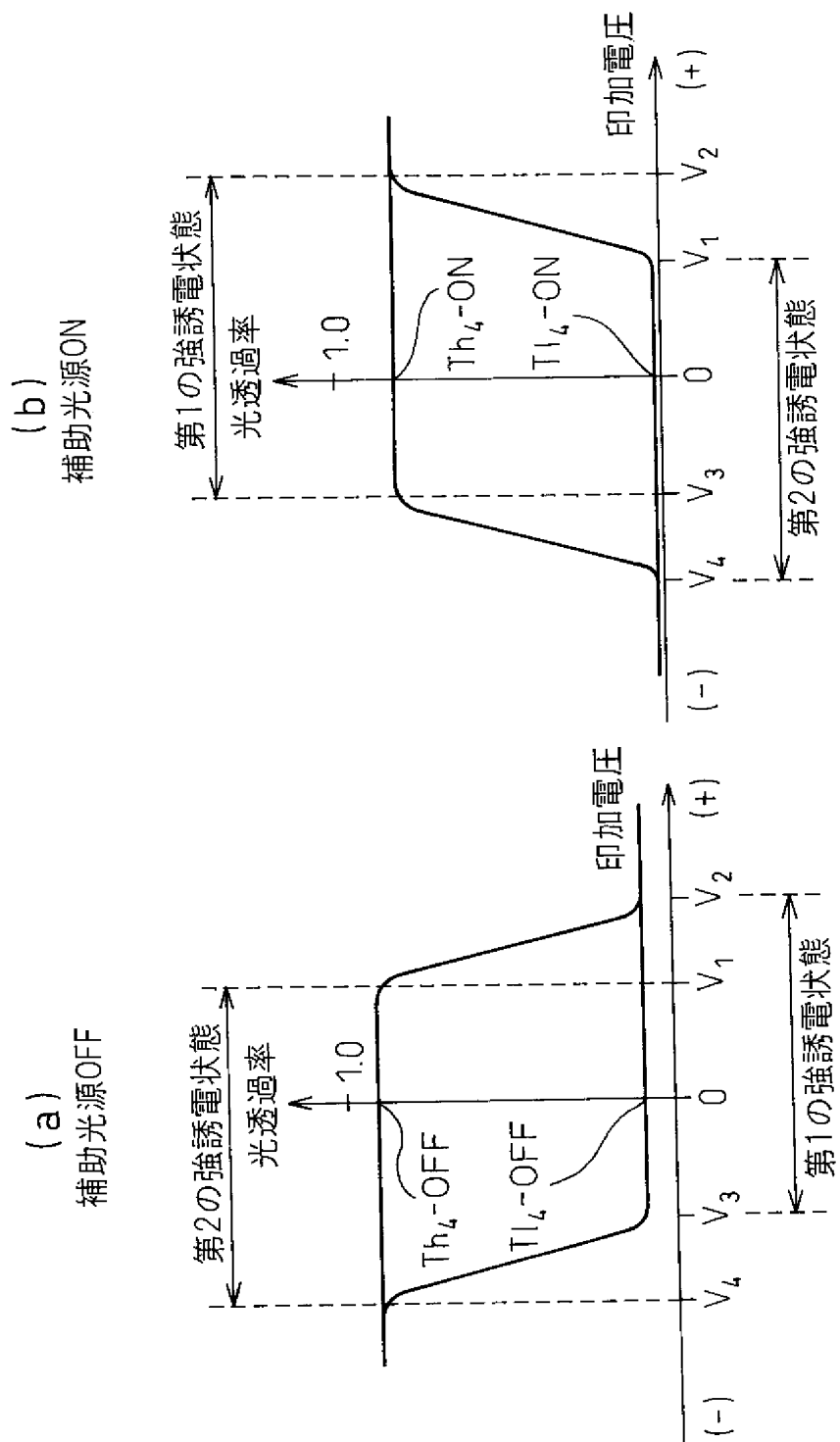


図 13



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 適切な反射型偏光板の方向、偏光板の方向及びメモリ性液晶の液晶分子の配列方向を有する半透過反射型の液晶表示装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 第1の基板(11a)と、第2の基板(11b)と、第1の透過軸(b1)に平行な振動面を有する直線偏光を透過し且つ第1の反射軸に平行な振動面を有する直線偏光を反射する反射型偏光板(16)と、第2の透過軸(a1)に平行な振動面を有する直線偏光を透過する偏光板(15)と、第1の安定状態又は第2の安定状態の何れか一方の状態を維持し、第2の安定状態における液晶分子の配列方向を第2の透過軸と平行に配置したメモリ性液晶層(10)と、を有することを特徴とするメモリ性液晶表示装置(100)。

【選択図】 図3

出願人履歴

0 0 0 0 0 1 9 6 0

20010301

住所変更

5 0 2 3 4 2 2 4 4

東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号
シチズン時計株式会社